



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL REGADÍO DE LAS 180 ha DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA DE CALANDA DE CASTELSERÁS (TERUEL)

Trabajo final de grado

Ingeniería Agroambiental y del Paisaje

Autora: Natalia Anaisa Badilla Daza

Tutor: Francisco Iranzo Iranzo

Fecha: Junio, 2020

Resumen

El presente estudio de viabilidad tiene por objeto la valoración y análisis de diferentes alternativas que permitan mejorar la gestión del riego en las 180 ha de la *Comunidad de Regantes de la Acequia de Calanda de Castelserás*, situada en la provincia de Teruel.

El riego se hace a través de una acequia con una capacidad de 250 L/s que toma el agua del río Guadalupe a través de una captación en el *Pantano de Calanda*. La gestión de la acequia, inicialmente pensado por turnos de 24 horas, se realiza actualmente en periodos diurnos de 8:00 a 20:00 horas y, prácticamente, a la demanda. Este cambio de hábitos en la gestión del riego unido a otras consideraciones, deriva finalmente en que el caudal real disponible para los *regantes de Castelserás* no suele superar los 80 L/s, insuficiente para cubrir plenamente las demandas hídricas en horario diurno.

La propuesta propone reforzar el caudal actual mediante una captación directa del río Guadalupe, utilizando una serie de infraestructuras abandonadas que abastecían de agua para consumo humano a diversos pueblos de la zona. Estas infraestructuras consisten en: (i) Línea de transporte eléctrico en Media Tensión (ii) caseta de bombeo y (iii) tubería de acero de 200 mm de abastecimiento a las poblaciones.

En este sentido, el estudio analiza las tarifas de Baja y Media Tensión e identifica tres alternativas estratégicas determinando, para cada una de ellas, los costes de energía, de amortización y mantenimiento al efecto de presentar las propuestas a la *Comunidad de Regantes*.

El documento consta de: memoria, seis anejos justificativos y cinco planos informativos.

Resum

El present estudi de viabilitat té per objecte la valoració i anàlisi de diferents alternatives que permetin millorar la gestió del reg en les 180 ha de la *Comunitat de Regants de la Sèquia de Calanda de Castelserás*, situada a la província de Terol.

El reg es fa a través d'una sèquia amb una capacitat de 250 L/s que pren l'aigua del riu Guadalope a través d'una captació al *Pantà de Calanda*. La gestió de la sèquia, inicialment pensat per tornos de 24 hores, es realitza actualment en períodes diürns de 8:00 a 20:00 hores i, pràcticament, a la demanda. Aquest canvi d'hàbits en la gestió del reg unit a altres consideracions, deriva finalment en què el cabal real disponible per als *regants de Castelserás* no sol superar els 80 L/s, insuficient per cobrir plenament les demandes hídriques en horari diürn.

Les alternatives proposen reforçar el cabal actual mitjançant una captació directa del riu Guadalope, utilitzant una sèrie d'infraestructures abandonades que proveïen d'aigua per a consum humà a diversos pobles de la zona. Aquestes infraestructures consisteixen en: (i) Línia de transport elèctric en Mitja Tensió (ii) caseta de bombament i (iii) canonada d'acer de 200 mm de proveïment a les poblacions.

En aquest sentit, l'estudi analitza les tarifes de Baixa i Mitja Tensió i identifica tres alternatives estratègiques determinant, per a cadascuna d'elles, els costos d'energia, d'amortització i manteniment a l'efecte de presentar les propostes a la Comunitat de Regants.

El document consta de: memòria, 6 annexos justificatius i cinc plans informatius.

Abstract

The purpose of this economic feasibility study is the study and analysis of different alternatives to improve irrigation management in the 180 ha corresponding to the *Community of irrigates of the Calanda Ditch of Castelserás* that are located in the province of Teruel.

Irrigation is done through a ditch with a capacity of 250 L/s that takes water from the Guadalope river through a catchment in the Calanda swamp. The management of the, initially planned for 24-hour shifts, is currently carried out during daytime periods from 8:00 a.m. to 8:00 p.m. and practically on demand. This change in irrigation management habits, together with other considerations, ultimately results in the actual flow available for the Castelserás irrigators not usually exceeding 80 L/s, insufficient to fully cover the water demands during daytime hours.

The proposal is based in reinforce the current flow through a direct catchment of the Guadalope river using a series of abandoned infrastructures that supplied water for human consumption to various towns in the area. These infrastructures consist of: (i) Medium Voltage electric transport line (ii) pumping house and (iii) 200 mm steel pipe supplying the towns.

In this sense, the study analyzes the Low and Medium Voltage rates and identifies three strategic alternatives determining, for each of them, the energy, amortization and maintenance costs in order to present the proposals to the *Irrigation Community*.

The document consists: report, six supporting annexes and 5 informative plans.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I:

Memoria y anejos

DOCUMENTO II

Planos

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. ANTECEDENTES	3
3. BASES DEL PROYECTO	6
3.1. FINALIDAD Y OBJETIVOS	6
3.2. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR.....	6
3.3. CONDICIONANTES DEL ESTUDIO	6
3.3.1 Caudal en concesión.....	6
3.3.2 Topografía y elevaciones	6
3.3.3 Temporada y horas de riego	7
3.3.4 Infraestructuras abandonadas existentes.....	7
3.3.5 Disponibilidad de las infraestructuras abandonadas	8
3.3.6 Comunicaciones y servicios	8
3.3.7 Condicionantes legales	8
3.3.8 Tarifas eléctricas	8
4. CAUDALES DE ELEVACIÓN CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO	10
5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS	10
5.1. ELEVACIÓN AL EMBALSE (ALTERNATIVA A)	10
5.2. ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA (ALTERNATIVA B)	11
5.3. ELEVACIÓN MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA (ALTERNATIVA C)	11
6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	12
6.1. REHABILITACIÓN DE LA TOMA DEL RÍO	12
6.2. REHABILITACIÓN DE LA CASETA DE BOMBEO	12
6.3. ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	12
6.4. OBRA DE DERIVACIÓN. TUBERÍA ACTUAL AL EMBALSE.....	12
6.5. OBRA DE ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA	13
6.6. EQUIPO DE BOMBEO DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	13
6.7. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	13
7. PRESUPUESTOS	14
7.1. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL	14
7.2. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	14
7.3. PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	14
8. COSTES POR HECTÁREA	15

8.1. COSTES DE AMORTIZACIÓN	15
8.2. COSTES DE MANTENIMIENTO	16
8.3. COSTES DE OPERACIÓN	16
8.4. COSTE ENERGÉTICO	16
8.5. RESUMEN DE LOS COSTES	16
9. CONCLUSIONES	18

Anejos

Anejo 1.	Antecedentes
Anejo 2.	Tarifación
Anejo 3.	Alternativas y coste energético de las propuestas
Anejo 4.	Definición y coste de las obras
Anejo 5.	Diseño básico del desarenador
Anejo 6.	Costes totales

Planos

Plano 1.	Situación y emplazamiento 1
Plano 2.	Situación y emplazamiento 2
Plano 3.	Implantación de las propuestas de elevación al embalse existente
Plano 4.	Implantación de las propuestas de elevación directa a la acequia
Plano 5.	Implantación de la propuesta con energía fotovoltaica

1. OBJETO

El estudio tiene por objeto valorar y analizar tres alternativas estratégicas que permitan mejorar la gestión del regadío en las 180 ha que constituyen la superficie de riego de la *Comunidad de Regantes de la Acequia de Calanda de Castelserás* (*Comunidad de Regantes de Castelserás* en adelante), situadas como se indica en el **Plano-1**, en el municipio de Castelserás, provincia de Teruel.

La propuesta se fundamenta en el uso, por parte de la *Comunidad de Regantes*, de una serie de **infraestructuras abandonadas** que abastecían de agua para consumo humano a diversos pueblos de la zona. Estas infraestructuras consisten en: (i) línea de transporte eléctrico en Media Tensión y centro de transformación (ii) caseta de bombeo y (iii) tubería de 200 mm de abastecimiento a las poblaciones.

El estudio analiza las tarifas de Baja y Media Tensión e identifica tres alternativas, calculando para cada una de ellas, los costes de energía, de amortización y mantenimiento.

Mientras que las alternativas A y B requieren del uso de las infraestructuras abandonadas, la alternativa C incluye la generación eléctrica fotovoltaica y no necesariamente requeriría de todas las infraestructuras abandonadas.

- Alternativa A. Considera la elevación del agua a un embalse de regulación existente propiedad de la *Comunidad de Regantes*.
- Alternativa B. Se realizaría la elevación directamente a la acequia gestionada por la *Comunidad de Regantes*, sin pasar por el embalse de regulación.
- Alternativa C. Considera la generación de energía fotovoltaica y contempla tanto el uso de la tubería de 200 mm existente como la posibilidad de realizar obras independientes de las infraestructuras existentes.

2. ANTECEDENTES

La *Acequia de Calanda de Castelserás*, es un ramal de la denominada Acequia Mayor de Calanda que toma el agua del Pantano de Calanda, construido sobre el cauce del río *Guadalope* en 1982, y que atiende a dos comunidades de regantes (la *Comunidad de Regantes del Guadalope de Calanda* y la *Comunidad de Regantes de Castelserás*). Esta

última riega unas 180 ha con una acequia de capacidad de 250 L/s. La **Figura-1** ayuda a entender esta situación.

El riego se realiza entre las 8:00h y las 20:00h y en la mayoría de las parcelas es por inundación. Los regantes de Calanda, situados en cabecera de la acequia, y por tanto con preferencia sobre el agua, emplean en el horario diurno la mayor parte del caudal disponible, dejando para los regantes de Castelserás, entre 20 y 40 L/s para atender las 180 ha de las que dispone la comunidad.

Antiguamente, con un riego de 24 horas por parte de las dos comunidades, se podía gestionar adecuadamente el riego, pero en la actualidad, con el riego exclusivamente diurno y, prácticamente a la demanda, los caudales remanentes en la acequia de 20-40 L/s, son insuficientes para el riego de as 180 ha de la *Comunidad de Regantes de Castelserás*.

Al objeto de superar esta situación en 2001, se terminó la construcción de un pequeño embalse de regulación con una capacidad de 3 Hm³ en el que se acumula durante la noche, unos 50 L/s de un caudal nocturno no utilizado por la comunidad de Calanda. De esta forma se consigue que los regantes de Castelserás dispongan, para el **riego diurno de unos 80 L/s**; los 20-40 L/s sobrantes de los riegos de Calanda durante el día, más los 50 L/s acumulados en el embalse por la noche.

Sin embargo, estos 80 L/s no son suficientes, a pesar de un cambio importante en la alternativa de los cultivos¹ y el abandono de casi el 20 % de las 180 ha, para el riego diurno con la comodidad que requieren los usuarios.

En este contexto, **los regantes consideran que, si se pudiera añadir de forma permanente alrededor de 100 L/s a la acequia, sumados a los 80 L/s que suele llevar en este momento, mejoraría significativamente la gestión del riego.**

¹ Se trata de bancales en los que tradicionalmente se han cultivado y cultivan melocotoneros de la variedad *Calanda*. La falta de mano de obra en los últimos años ha propiciado el que muchos propietarios arrancaran los melocotoneros y planten almendros y olivos de la variedad *Empletre*, tradicional en la zona. Otros propietarios han arrendado los terrenos para la plantación de alfalfa. De manera que las necesidades hídricas más exigentes en relación con el melocotonero y de la alfalfa, se pueden balancear con las menos exigentes de los olivos y almendros.

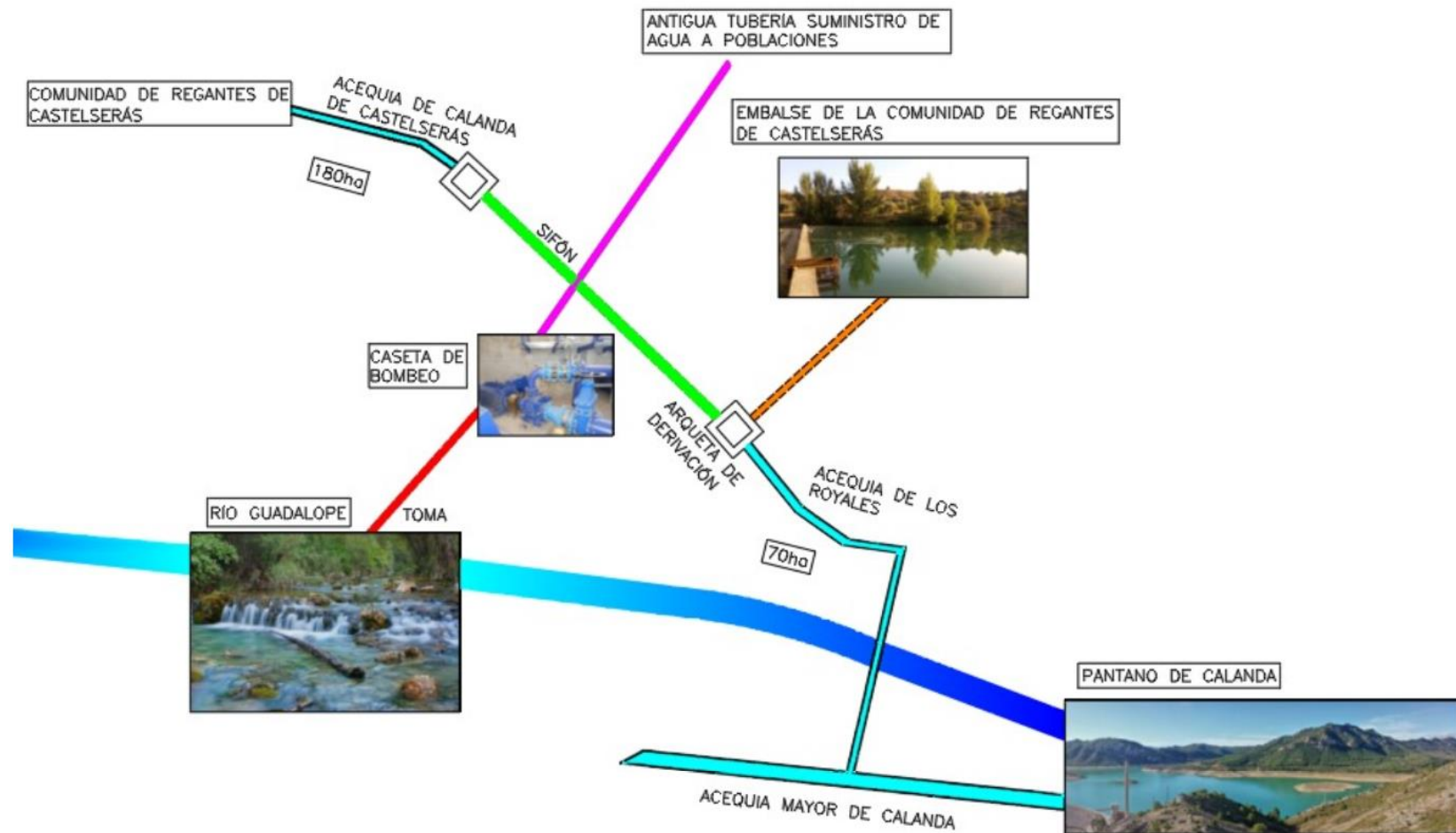


Figura- 1. Situación actual

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. FINALIDAD Y OBJETIVOS

La finalidad del estudio es presentar a la *Comunidad de Regantes de Castelserás*, una serie de alternativas, con una valoración de costes a nivel de estudio de factibilidad, que le permita tomar la decisión de realizar las obras de mejora de sus regadíos.

3.2. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR

Los condicionantes impuestos por el promotor son:

- Las propuestas deben asegurar un incremento al caudal actual diurno de 8:00 h a 20:00 h no menor de 100 L/s.
- Debe considerarse la posibilidad de utilizar el embalse existente, propiedad de la *Comunidad de Regantes de Castelserás*, así como la posibilidad de elevación directa a la acequia.
- De igual forma, debe considerar el uso de las infraestructuras existentes y abandonadas que se utilizaron para abastecer a diversas poblaciones de la comarca.

3.3. CONDICIONANTES DEL ESTUDIO

3.3.1 Caudal en concesión

No se prevén problemas legales para la captación del caudal necesario puesto que la *Comunidad de Regantes de Castelserás* tiene una concesión desde 1970 de 180 L/s aprobada por parte de la *Confederación Hidrográfica del Ebro* (CHE).

3.3.2 Topografía y elevaciones

En el caso de las elevaciones directas a la acequia, se tendrán que salvar unos 30 m de desnivel entre la caseta de bombeo y la acequia con una longitud de 200 m en una orografía irregular y de difícil acceso. De manera que algunos trabajos de excavación tendrán que ejecutarse manualmente.

3.3.3 Temporada y horas de riego

La temporada de riego puede empezar a mediados de abril y extenderse hasta finales de septiembre. En los meses de junio a agosto se riega todos los días desde las 8:00 a las 20:00 mientras que en los meses de abril, mayo y septiembre, los días de riego depende de la pluviometría. De manera que **se han adoptado 1.200 horas de riego anuales.**

3.3.4 Infraestructuras abandonadas existentes

El **Anejo-1** recoge una descripción y reportaje fotográfico de las infraestructuras existentes abandonadas hace unos 15 años.

Mientras que la obra civil aparenta un aceptable estado de conservación, las instalaciones (transformador, cuadros eléctricos y equipos de bombeo) se considerarán de nueva adquisición en los análisis económicos debido al desconocimiento de su estado y posibilidad de utilización.

De forma resumida, el estado de estas infraestructuras es el siguiente,

- Línea de transporte eléctrico en Media Tensión, Centro de Transformación y línea aérea de Baja Tensión hasta la caseta de bombeo. Aparentemente en buen estado. Sin embargo, los transformadores se valorarán de nueva adquisición.
- Captación del río Guadalope consistente en una estructura de derivación de hormigón armado localizada en el lecho del río, en buen estado y una compuerta metálica que deberá ser cambiada completamente.
- Caseta de bombeo. Aparentemente en buen estado. Únicamente requerirá pequeñas intervenciones de ayuda de albañilería, remodelación de la carpintería metálica, pintado exterior e interior y limpieza de los accesos.
- Cuadros eléctricos y equipos de bombeo, se desconoce su estado funcional por lo que a nivel de análisis económico, se considerarán de nueva adquisición.
- Tubería de abastecimiento a las poblaciones de acero laminado con funda plástica de DN 200 mm. Se trata de una tubería que pasas a escasos metros del

embalse de regulación. La longitud de la tubería entre la caseta de bombeo y el embalse es de **440 m y 30 m de desnivel**. Se supone en buen estado y funcional.

3.3.5 Disponibilidad de las infraestructuras abandonadas

Las infraestructuras descritas en el epígrafe anterior son propiedad de la *Confederación Hidrográfica del Ebro*. La Comunidad de Regantes de Castelserás ha mantenido contactos informales con esta administración al objeto de conocer su disposición a ceder estas infraestructuras en usufructo a cambio de su mantenimiento y rehabilitación.

3.3.6 Comunicaciones y servicios

No se identifican impedimento en los accesos a vehículos pesados necesarios en la obra.

3.3.7 Condicionantes legales

No se identifican consideraciones legales que impidan la ejecución de las obras previstas. La valoración económica de los costes atenderá a los criterios fijados por el *Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*.

3.3.8 Tarifas eléctricas

Las mejores tarifas en baja y media tensión son las **Tarifa 3.0A** y la **Tarifa 3.1A**, y entre las dos, la Tarifa en Media Tensión es, con diferencia, la mejor opción. La **Tabla-1 y 2** muestra los precios de ambas tarifas, mientras que en la **Tabla-3** se aprecia la diferencia en términos de coste por hectárea para las alternativas mejor posicionadas en cuanto a su posibilidad de ser ejecutadas (A3 y B). Como puede apreciarse la diferencia oscila entre casi el triple hasta poco más del doble. En el **Anejo-3** se justifican los costes para todas las alternativas analizadas.

Tabla- 1. Franja horaria y costes según tarifa 3.0A

			ELECTRA ENERGÍA	
Período	Horario	Horas por tarifa	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	11:00 h-15:00 h	4	42,267	0,128
Valle	8:00 h- 11:00 h	3	24,4185	0,1069
	15:00 h- 24:00 h	9		
Supervalle	00:00 h-8:00 h	8	16,279	0,075

Tabla- 2. Franja horaria y costes según tarifa 3.1A

			IBERDROLA	
Período	Horario	Horas por tarifa	Término de potencia € /kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	10:00 h-15:00 h	6	59,7289	0,0188
Llano	8:00 h- 9:00 h	2	24,4373	0,0126
	16:00 h- 23:00 h	8		
Valle	00:00 h-7:00 h	8	16,2916	0,0078

Tabla- 3. Diferencia de costes por hectárea entre las alternativas A3 y B

ALTERNATIVA		Baja Tensión €/ha	Media Tensión €/ha	Diferencia %
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE		
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	110	41	272
	A.3.2	169	62	271
	A.3.3	246	91	271
	A.3.4	526	194	271
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA		
	B.1	113	52	217
	B.2	155	72	217
	B.3	198	92	216
	B.4	323	149	216

4. CAUDALES DE ELEVACIÓN CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO

Los caudales a alcanzar en la acequia mediante las propuestas de elevación son los siguientes:

- **Caudal de 100 L/s** caudal que estiman los regantes (sumados a los 80 L/s que actualmente disponen) como el mínimo necesario para realizar una buena gestión del riego.
- **Caudal de 133 L/s** permite, en algunos horarios y tarifas, minimizar las obras al utilizar la instalación eléctrica existente, incluido el transformador y la acometida eléctrica en caso de encontrarse en buen estado de funcionamiento.
- **Caudal de 167 L/s** permite agotar la capacidad de la acequia de 250 L/s contando con los 80 L/s actuales.
- **Caudal de 250 L/s** como ejercicio numérico pensando en independizarse de las aportaciones irregulares de la acequia de Calanda. Es decir, sin contar con los actuales 80 L/s que lleva la acequia durante el día.

5. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1. ELEVACIÓN AL EMBALSE (ALTERNATIVA A)

En esta alternativa se tienen en cuenta distintos horarios de elevación, así como el uso del embalse de regulación.

Se utilizarían todas las infraestructuras abandonadas existentes, mientras que las obras necesarias se describen y valoran en el **Anejo-4** y se identifican en el **plano 3/5**. De forma resumida consistirían en,

- Construcción de un desarenador junto al embalse de regulación.
- Obras de derivación al embalse de la antigua tubería de abastecimiento a las poblaciones.

El agua bombeada en distintos horarios y caudales hasta el embalse se vertería en horario diurno de riego a la acequia. Según la tarifa eléctrica utilizada se identifican las siguientes alternativas,

- A.1: Elevación nocturna (Tarifa Valle),
- A.2: Elevación durante la noche y durante algunas horas del día (tarifa Valle y Llano)
- A.3: Elevación de agua durante las 24 horas del día.

5.2. ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA (ALTERNATIVA B)

En esta alternativa se tienen en cuenta la elevación en horarios diurnos de riego (8:00 a 20:00) y la construcción de una tubería que permita derivar distintos caudales directamente a la acequia de la *Comunidad de Regantes*. Consecuentemente, no se utiliza ni la tubería existente ni el embalse de regulación.

Se utilizarían únicamente las infraestructuras abandonadas de transporte eléctrico (línea aérea y centro de transformación). Las obras necesarias se describen y valoran en el **Anejo-4** y se localizan en el **plano 4/5**. De forma resumida consistirían en,

- Construcción de una nueva tubería de 200 m de longitud y 30 m de desnivel desde la actual caseta de bombeo hasta la acequia de la *Comunidad de Regantes*.
- Obra de vertido a la acequia.

5.3. ELEVACIÓN MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA (ALTERNATIVA C)

La generación de energía fotovoltaica elevaría los caudales lógicamente en horario diurno de 8:00 a 20:00. Únicamente utilizaría la toma del río y la caseta de bombeo entre las infraestructuras abandonadas y requeriría de las mismas infraestructuras que en el caso de la alternativa B. De manera que, se identifican las siguientes obras necesarias,

- Campo solar de captación y equipos eléctricos y electrónicos asociados a la generación de energía fotovoltaica.
- Construcción de una nueva tubería de 200 m de longitud y 30 m de desnivel desde la actual caseta de bombeo hasta la acequia de la *Comunidad de Regantes*.

- Obra de vertido a la acequia.

Entre las alternativas fotovoltaicas también se ha analizado la posibilidad de elevar al embalse de regulación. En el **Anejo-4** se describen y cuantifican económicamente las obras necesarias, mientras que en el **plano 5/5** se localizan.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

En el **Anejo 4** se definen y valoran las distintas obras e instalaciones a implantar para las distintas alternativas analizadas.

6.1. REHABILITACIÓN DE LA TOMA DEL RÍO

Para todas las alternativas se contempla la rehabilitación de la toma del río. Será necesario realizar la limpieza de entrada a la caseta necesitando la maquinaria imprescindible para su realización.

6.2. REHABILITACIÓN DE LA CASETA DE BOMBEO

Rehabilitar la caseta de bombeo es otra de las tareas necesarias para todas las alternativas, será necesario realizar el saneamiento de los elementos hidráulicos y eléctricos, realizar trabajos de albañilería, trabajos de pintura y carpintería, además de la limpieza de la vegetación exterior.

6.3. ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las alternativas contemplan la instalación de la aparamenta necesaria de corte y protección en el transformador aéreo, el cableado hasta la caseta de bombeo y el cuadro eléctrico general de la caseta. Los costes del transformador vienen estimados en el **Anejo 4**, se realiza una estimación de 30 €/kW para transformadores superiores a los 200 kVA.

6.4. OBRA DE DERIVACIÓN. TUBERÍA ACTUAL AL EMBALSE

Para las alternativas que llevan el agua al embalse será necesario realizar las obras de conexión a la tubería existente que comprende la realización de un injerto a la tubería actual de diámetro 200 mm. También se plantea la realización de un desarenador de 12,0 x1,9 x

0,5 m, al efecto de eliminar las partículas sólidas del agua que vayan a llegar al embalse, las dimensiones del desarenador se justifican en el **Anejo 5**.

6.5. OBRA DE ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA

Para las alternativas que consideran la elevación directa a la acequia se requerirá la excavación de la zanja para albergar la tubería desde la caseta de bombeo hasta la acequia. La tubería será de polietileno de alta densidad PEAD-100 PN-10 de DN 350, Se instalarán distintos aparatos de control que eviten fenómenos de cavitación y faciliten las tareas de gestión y mantenimiento. También se establece la construcción de una arqueta que permitirá el trasvase del agua de la tubería a la acequia.

6.6. EQUIPO DE BOMBEO DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

Todas las alternativas deberán tener en consideración la instalación del equipo de bombeo. La bomba seleccionada será sumergible de eje vertical, multicelular con motor externo. Una vez analizados los precios del mercado, se estima un coste de 400 €/kW para el suministro e instalación de las bombas. Por otro lado, se tienen en cuenta los costes auxiliares como la valvulería, elementos de control y trabajos de calderería, así como el cuadro de control y maniobra de la bomba.

6.7. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La última de las alternativas considerada tiene como objetivo proporcionar el auto consumo energético mediante la implantación de una estación fotovoltaica con diferentes módulos instalados en los terrenos colindantes de la caseta de bombeo. La propuesta contempla la adquisición del terreno, la realización de los trabajos de movimiento de tierras para las zanjas que contendrán el cableado eléctrico. La instalación contará con los módulos fotovoltaicos, inversor, regulador y cableado. La superficie de captación varía entre 1292 m² y 3704 m² según la potencia requerida.

7. PRESUPUESTOS

7.1. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL

Al presupuesto de ejecución material de obras e instalaciones de cada una de las alternativas se le incrementa un 30% por los siguientes conceptos,

- Imprevistos, un 20%
- Gastos en salud y seguridad laboral, un 2%
- Control de calidad, un 3%
- Gestión de residuos, un 5%

7.2. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

A los presupuestos de Ejecución Material (PEM) se le añaden los siguientes conceptos atendiendo al artículo 131 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. De esta forma se llega a la estimación del Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).

- Gastos Generales (GG) de la empresa contratista, 13%
- Beneficio Industrial (BI), 9%
- IVA del 21% sobre el total de PEM+GG+BI

7.3. PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Al valor de licitación de la obra (PEC) se añade un 20% de incremento para llegar al valor del presupuesto para conocimiento de la administración. El 20% se justifica por los siguientes conceptos,

- Formulación y Dirección de Obra del Proyecto, 10%
- Permisos municipales y gastos de la administración para la publicación y tramitación del expediente administrativo del Proyecto, 10%

A continuación, se muestra un resumen de los anteriores presupuestos para cada una de las alternativas:

Tabla- 4. Presupuestos PEM, PEC y para el conocimiento de la administración

ALTERNATIVA		PRESUPUESTOS		PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN
		kW	Q a la acequia			
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE				
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	53	33	110.140,67 €	162.589,66 €	195.107,59 €
	A.1.2	164	67	170.380,98 €	251.516,41 €	301.819,69 €
	A.1.3	379	100	289.617,51 €	427.533,37 €	513.040,05 €
	A.1.4	741	133	492.181,01 €	726.557,60 €	871.869,12 €
	A.1.5	1.292	167	800.013,95 €	1.180.980,59 €	1.417.176,71 €
A.2 ELEVACIÓN VALLE+LLANO	A.2.1	53	67	110.140,67 €	162.589,66 €	195.107,59 €
	A.2.2	99	100	134.709,44 €	198.858,07 €	238.629,68 €
	A.2.3	164	133	170.380,98 €	251.516,41 €	301.819,69 €
	A.2.4	341	167	268.369,51 €	396.167,07 €	475.400,48 €
	A.2.5	379	250	289.617,51 €	427.533,37 €	513.040,05 €
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	110.140,67 €	162.589,66 €	195.107,59 €
	A.3.2	82	134	126.187,12 €	186.277,43 €	223.532,92 €
	A.3.3	119	168	147.174,56 €	217.259,08 €	260.710,90 €
	A.3.4	256	250	218.554,39 €	322.629,98 €	387.155,98 €
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA				
B.1		88	100	199.219,24 €	294.087,44 €	352.904,93 €
B.2		121	134	217.807,39 €	321.527,27 €	385.832,72 €
B.3		155	167	235.444,57 €	347.563,28 €	417.075,93 €
B.4		252	250	286.578,44 €	423.047,10 €	507.656,52 €
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTÁICA				
Elevación al Embalse Elevación directa a la acequia Elevación directa a la acequia	C.1	70	100	249.375,20 €	368.127,67 €	441.753,21 €
	C.2	124	167	428.373,52 €	632.365,00 €	758.837,99 €
	C.3	202	250	613.851,50 €	906.167,58 €	1.087.401,10 €

8. COSTES POR HECTÁREA

8.1. COSTES DE AMORTIZACIÓN

Los costes de amortización se han calculado diferenciando las inversiones de obra civil e instalaciones.

- Obra civil, amortización a 30 años
- Instalaciones, amortización en 15 años

8.2. COSTES DE MANTENIMIENTO

Los costes de mantenimiento varían en función de la edad de las inversiones y de la tipología de las mismas. Para simplificar los cálculos, se ha considerado una tasa constante durante las vidas útiles de las inversiones con los siguientes valores,

- Obra civil, 3% anual
- Instalaciones, 5% anual

8.3. COSTES DE OPERACIÓN

No se han tenido en cuenta atendiendo a la situación presente en la que ya existe un responsable de vigilancia y gestión de las actuales infraestructuras que asumiría las nuevas responsabilidades sin coste añadido.

8.4. COSTE ENERGÉTICO

El coste energético se ha calculado exclusivamente con las **tarifas de Media Tensión** (Punta, Valle y Llano) al ser considerablemente menores que las de Baja Tensión.

8.5. RESUMEN DE LOS COSTES

A continuación se muestran en la **Tabla-5** los costes por hectárea de las alternativas propuestas:

Tabla- 5. Costes totales de las alternativas por hectárea

ALTERNATIVA				INVERSIÓN EN OBRA CIVIL (PEC)	INVERSIÓN EN INSTALACIONES (PEC)	COSTES DE AMORTIZACIÓN		COSTES DE MANTENIMIENTO		COSTE ENERGÉTICO	COSTE TOTAL	COSTE POR HECTÁREA (180 ha)			COSTE TOTAL POR HECTÁREA
				kW	Q a la acequia	Coste total €	Coste total €	OBRA CIVIL (30 años) €/año	INSTALACIONES (15 años) €/año	OBRA CIVIL (3%) €/año		INSTALACIONES (5%) €/año	TOTAL €/año	€/año	ENERGÉTICO €/ha/año
A				ELEVACIÓN AL EMBALSE											
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	53	33	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	1.270,19	181.061,26	7,06	54,08	41,48	102,62
	A.1.2	164	67	33.138,44	218.377,96	1.104,61	14.558,53	994,15	10.918,90	3.903,52	282.996,12	21,69	87,02	66,18	174,89
	A.1.3	379	100	33.138,44	394.394,93	1.104,61	26.293,00	994,15	19.719,75	9.016,65	484.661,54	50,09	152,21	115,08	317,38
	A.1.4	741	133	33.138,44	693.419,16	1.104,61	46.227,94	994,15	34.670,96	17.635,33	827.190,61	97,97	262,96	198,14	559,07
	A.1.5	1.292	167	33.138,44	1.147.842,15	1.104,61	76.522,81	994,15	57.392,11	30.733,02	1.347.727,29	170,74	431,26	324,37	926,37
A.2 ELEVACIÓN VALLE+LLANO	A.2.1	53	67	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	3.219,95	183.011,02	17,89	54,08	41,48	113,45
	A.2.2	99	100	33.138,44	165.719,63	1.104,61	11.047,98	994,15	8.285,98	14.864,60	235.155,39	82,58	67,51	51,56	201,65
	A.2.3	164	133	33.138,44	218.377,96	1.104,61	14.558,53	994,15	10.918,90	9.895,49	288.988,09	54,97	87,02	66,18	208,18
	A.2.4	341	167	33.138,44	363.028,62	1.104,61	24.201,91	994,15	18.151,43	19.536,13	460.155,31	108,53	140,59	106,36	355,49
	A.2.5	379	250	33.138,44	394.394,93	1.104,61	26.293,00	994,15	19.719,75	47.555,12	523.200,01	264,20	152,21	115,08	531,48
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	7.292,32	187.083,39	40,51	54,08	41,48	136,08
	A.3.2	82	134	33.138,44	153.138,99	1.104,61	10.209,27	994,15	7.656,95	11.217,89	217.460,30	62,32	62,85	48,06	173,24
	A.3.3	119	168	33.138,44	184.120,64	1.104,61	12.274,71	994,15	9.206,03	16.316,77	257.155,36	90,65	74,33	56,67	221,65
	A.3.4	256	250	33.138,44	289.491,54	1.104,61	19.299,44	994,15	14.474,58	34.932,02	393.434,79	194,07	113,36	85,94	393,36
B				ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA											
B.1	B.1	88	100	136.556,47	157.530,97	4.551,88	10.502,06	4.096,69	7.876,55	9.378,72	330.493,35	52,10	83,63	66,52	202,26
	B.2	121	134	136.556,47	184.970,80	4.551,88	12.331,39	4.096,69	9.248,54	12.871,63	364.627,40	71,51	93,80	74,14	239,45
	B.3	155	167	136.556,47	211.006,80	4.551,88	14.067,12	4.096,69	10.550,34	16.491,62	397.320,93	91,62	103,44	81,37	276,43
	B.4	252	250	136.556,47	286.490,63	4.551,88	19.099,38	4.096,69	14.324,53	26.886,14	492.005,72	149,37	131,40	102,34	383,10
C				ELEVACIÓN FOTOVOLTÁICA											
Elevación al Embalse	C.1	70	100	33.138,44	334.989,23	1.104,61	22.332,62	994,15	16.749,46		409.308,52		130,21	98,58	228,78
Elevación directa a la acequia	C.2	124	167	136.556,47	495.808,52	4.551,88	33.053,90	4.096,69	24.790,43		698.857,90		208,92	160,48	369,41
Elevación directa a la acequia	C.3	202	250	136.556,47	769.611,11	4.551,88	51.307,41	4.096,69	38.480,56		1.004.604,12		310,33	236,54	546,87



9. CONCLUSIONES

Únicamente se analizan las alternativas que se consideran con mayor posibilidad de llevarse a término y las alternativas con energías fotovoltaicas debido a la incerteza, en el momento que se redacta el estudio, en cuanto a la disponibilidad efectiva de las infraestructuras abandonadas existentes, ya sea total o parcialmente. La **Tabla-6** resume los costes de estas alternativas.

En la distribución de costes es relevante el peso significativo que tiene **el coste energético**, entre un 30% y un 50%. Porcentaje que aumenta, lógicamente, en la medida que se exigen mayores caudales de elevación.

Sin embargo, el elevado coste que supone la tarifa eléctrica, no se traduce en una competitividad por parte de la elevación con generación fotovoltaica. A igualdad de caudales, la energía fotovoltaica no resulta competitiva en ningún caso. Evidentemente pesa mucho el ahorro en el transporte eléctrico por parte de las alternativas que se enganchan a la red al utilizar la infraestructura existente.

Los **costes de amortización y mantenimiento** de las alternativas A y B lógicamente aumentan en la medida que lo hace el caudal elevado, aunque disminuyen, no de forma significativa, la participación porcentual en los costes totales al aumentar los caudales. Las inversiones de elevación con energía fotovoltaica se comportan de igual manera, pero con una participación porcentual constante, independiente de los caudales elevados ya que las inversiones han sido calculadas con precios proporcionales a los caudales elevados.

Actualmente, los regantes pagan una cuota anual de 151 €/ha, de manera que una cuota extra de más de 100 €/año por las nuevas infraestructuras, difícilmente será aceptada.

Lo cierto es que, independientemente de esta consideración, el promotor debe intentar el uso de las infraestructuras existentes, y con esta premisa, **la alternativa A.3.1 es, con diferencia, la más aconsejable.**

En la medida que se consigan subvenciones del 100% de las inversiones o incrementar los años de amortización en plazos próximos a los 50 años, lo que haría desaparecer o disminuir significativamente los costes de amortización, podrían entrar en consideración otras alternativas con costes por hectárea próximos a los 100 €/ha,

- La alternativa A3.2 de elevación al embalse, se situaría en unos 110 €/ha
- La alternativa B1 de elevación directa a la acequia, tendría unos costes de 119 €/ha
- La alternativa C1, de elevación al embalse con energía fotovoltaica, sólo tendría unos costes de 98 €/ha

Sin cambio en los condicionantes actuales, el resto de las alternativas, no son aconsejables.

Tabla- 6. Costes de las alternativas finalmente consideradas

ALTERNATIVA				COSTE POR HECTÁREA (180 ha)						COSTE TOTAL POR HECTÁREA
				ENERGÉTICO		AMORTIZACIÓN		MANTENIMIENTO		€/ha/año
		kW	Q a la acequia	€/ha/año	%	€/ha/año	%	€/ha/año	%	
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE								
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	40,51	30%	54,08	40%	41,48	30%	136,08
	A.3.2	82	134	62,32	36%	62,85	36%	48,06	28%	173,24
	A.3.3	119	168	90,65	41%	74,33	34%	56,67	26%	221,65
	A.3.4	256	250	194,07	49%	113,36	29%	85,94	22%	393,36
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA								
B.1		88	100	52,1	26%	83,63	41%	66,52	33%	202,26
B.2		121	134	71,51	30%	93,8	39%	74,14	31%	239,45
B.3		155	167	91,62	33%	103,44	37%	81,37	29%	276,43
B.4		252	250	149,37	39%	131,4	34%	102,34	27%	383,1
C		ELEVACIÓN CON GENERACIÓN FOTOVOLTAICA								
Elevación al Embalse	C.1	70	100			130,21	57%	98,58	43%	228,78
Elevación directa a la	C.2	124	167			208,92	57%	160,48	43%	369,41
Elevación directa a la	C.3	202	250			310,33	57%	236,54	43%	546,87

Castelldefels, junio del 2020

Natalia Anaïsa Badilla Daza

ANEJO 1. ANTECEDENTES

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	LAS ACEQUIAS	2
3.	CAPACIDAD DE LA ACEQUIA	4
4.	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL NECESARIO EN LA ZONA DE RIEGO	4
5.	PROBLEMÁTICA CON LOS CAUDALES ACTUALES	6
6.	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE CAPTACIÓN Y ELEVACIÓN DE AGUA PARA POBLACIONES	9
	APÉNDICE FOTROGRÁFICO	11

1. OBJETO

El anejo tiene como objeto definir la problemática actual que justifica la realización del Proyecto. Al efecto,

- Se da una breve reseña histórica de la **Acequia de Calanda de Castelserás** y el **embalse de regulación** que refuerza esta obra hidráulica.
- Se identifica la problemática actual.
- Se describen las infraestructuras de bombeo existentes que atendían a las necesidades de agua para consumo humano en distintos pueblos de la zona.

2. LAS ACEQUIAS

La **Acequia de Calanda de Castelserás**, se construyó a principios de los años 80 del pasado siglo. Se trata de un ramal de la denominada *Acequia Mayor de Calanda* que toma el agua del Pantano de Calanda y que atiende a dos comunidades de regantes,

- La *Comunidad de Regantes del Guadalope de Calanda*, situada en cabecera de la acequia, y
- La *Comunidad de Regantes de Castelserás*, situada aguas abajo de los regantes de Calanda.

Mientras que, en el primer tramo de la acequia (denominada *acequia de los Royales*) se riegan unas 70 ha de la comunidad de regantes de Calanda, el tramo de Castelserás (denominado *acequia de Calanda de Castelserás*), atiende a **180 ha**. De manera que, en total, la acequia da servicio a unas 250 ha. La **Figura-1** intenta aclarar estas circunstancias.

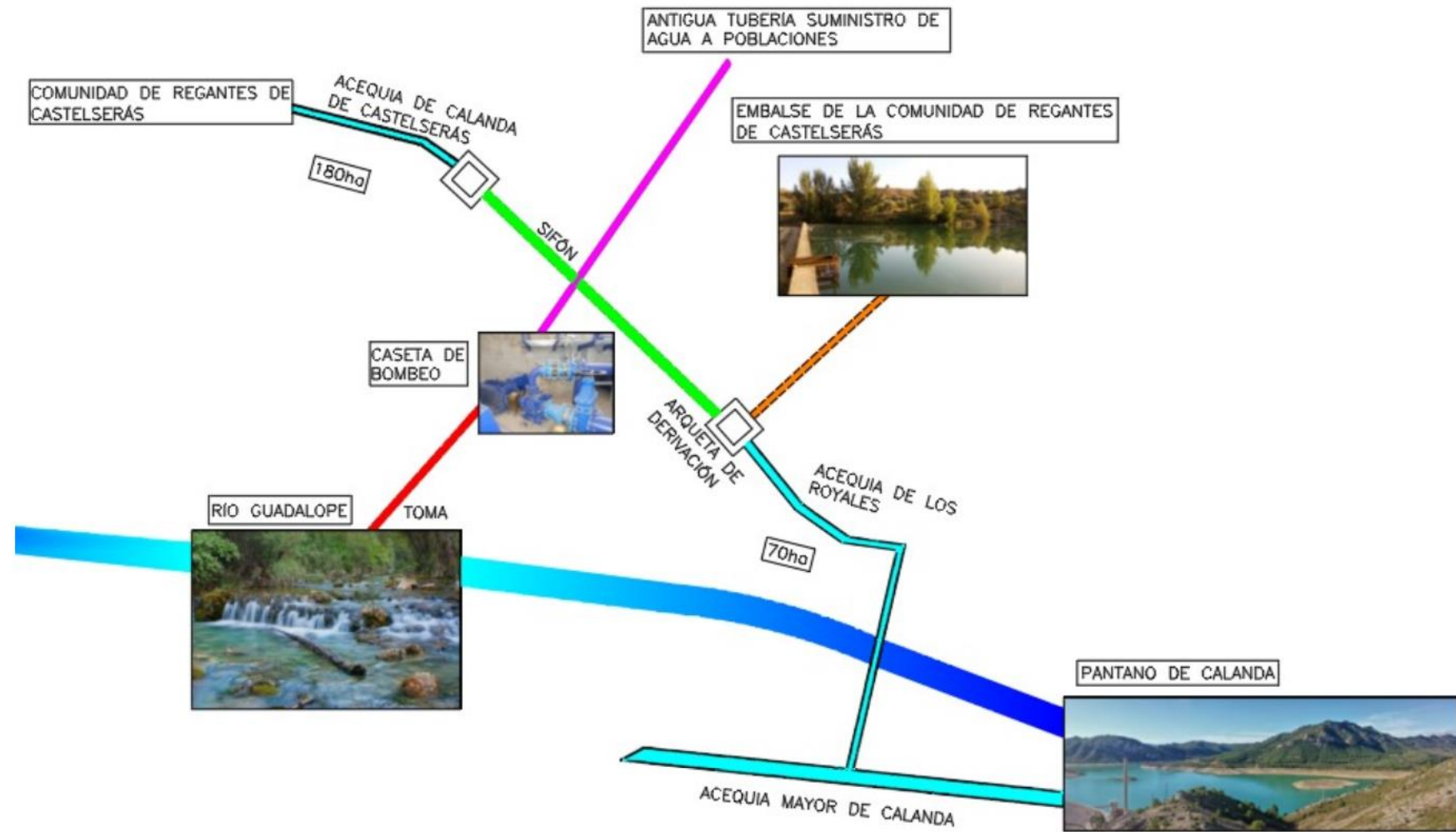
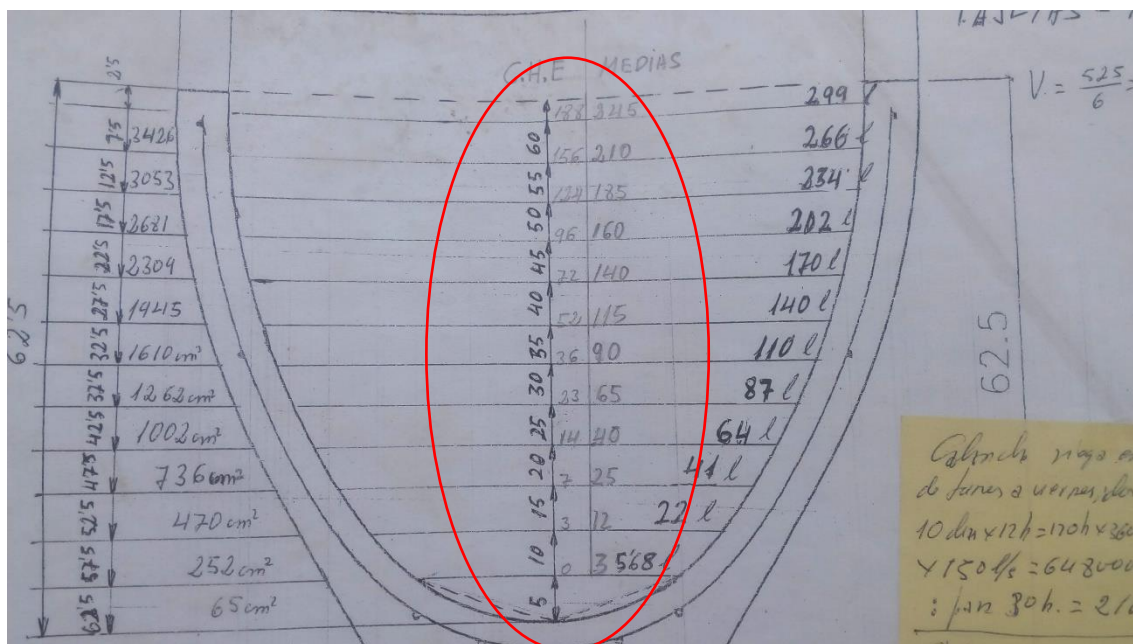


Figura- 1. Situación actual de la acequia

Anejo 1. Antecedentes

3. CAPACIDAD DE LA ACEQUIA

En el **Apéndice** del anejo se muestran distintas fotografías que ilustran la situación actual de la acequia. La capacidad de la acequia viene definida por el volumen del elemento prefabricado con una sección en U y una pendiente del 1,25 ‰, de manera que **la capacidad efectiva se sitúa en unos 250 L/s**. La **Fotografía-1** muestra los caudales máximos para pendiente del 1,25 ‰ en función del tirante de agua.



Fotografía- 1. Sección en U. Capacidad de la sección para pendiente del 1,25 o/oo

4. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL NECESARIO EN LA ZONA DE RIEGO

Mientras que el caudal máximo que puede llevar la *acequia de Calanda de Castelserás* es de aproximadamente 250 L/s, las necesidades estimadas en base a los criterios que se indican, alcanzan los 360 L/s,

- un **caudal característico continuo**¹ (qcc) de 1 L/s·ha
- a las 180 ha con posibilidades de riego y
- al riego diurno de 12 horas, alcanzaría los 360 L/s

¹ Caudal característico continuo (qcc) es el caudal que de forma continua (24 horas) debe recibir una hectárea para cubrir las necesidades. El valor de 1 L/s·ha es internacionalmente utilizado para cultivos con altas necesidades hídricas como el alfalfa, la soja o el maíz.

$$\text{Caudal necesario} = qcc \cdot ha \cdot \frac{\text{horas diarias}}{\text{horas de riego}} = 1 \frac{L}{s \cdot ha} \cdot 180ha \cdot \frac{24h}{12h} = 360 L/s$$

Lógicamente, estos 360 L/s no pueden ser atendidos por las limitaciones de la acequia (250 L/s), pero también es cierto que no son necesarios. Efectivamente, debido a (i) la limitación de agua que siempre ha tenido esta zona de riego² y (ii) a consideraciones de índole socioeconómico, el monocultivo de melocotón³ ha dado paso a plantaciones de almendros y olivos, menos exigentes en agua y en mano de obra.

En este sentido, la **Tabla-1** muestra fielmente la alternativa de cultivos de la zona de riego. Como puede apreciarse, los cultivos más exigentes en agua, frutales, alfalfa y huerta representan el 22% de la superficie; mientras que olivos y frutos secos (almendros) y cereal de invierno suponen el 44%. Los terrenos abandonados alcanzan las 31 ha, suponiendo el 17% de la superficie.

Tabla- 1. Alternativa de cultivos de la Comunidad de Regantes de Castelserás

COMUNIDAD DE REGANTES DE CASTELSERÁS											Cuadro Cultivos 2020			
PARAJE	POL	Frutal	Frut.Secos	OLIVO	C.INVIerno	ALFALFA	MAIZ	HUERTO	CHOPOS	PASTOS	Barbecho	YERMOS	POZOS	TOTAL
Fodachas	1	0,6	11,54	0,38	8	0	0				1,68	3,4		25,6
Hodon	2	0,4	1,66	2,62	2,86			0,15				1,95		9,64
Saladar	3	2,75	0,5	3,93	1	0	0	0,2			1,5	12	5	26,88
Sala-Viñal	4	7,9	3,46	2,71	2,77	3	0		0,4			1,42	5	26,66
Viñales	5	1,03	2,85	2,44	12,07	1,6				0,6		2,92	2	25,51
Los Frailes	6	8,13		3,54	5,7						0,46	3	5	25,83
Faje-Comun	7	0	2,55	2,93	0,29				0			2,88	1,5	10,15
Saladar	507	0,45			0,49							1,62	2	4,56
Calle-Campo	508	0,38		0,23	2,18		0	0,26				0,67		3,72
Eras Altas	509	0,24	1,5	0,12	0,2			0,5				0,38		2,94
P Moreno- V.C	509	11		0,92										11,92
Pozo el trago	510											0,73		0,73
Ctra. Nueva													1,2	1,2
Urbano-rústico													3	3
Urbano-no rústico													3	3
TOTALES		32,88	24,06	19,82	35,56	4,6	0	1,11	0,4	0,6	3,64	30,97	27,7	181,34
%		18,13%	13,27%	10,93%	19,61%	2,54%	0,00%	0,61%	0,22%	0,33%	2,01%	17,08%	15,28%	100,00%

² Hay que señalar que la escasez de agua siempre ha sido un limitante, pero en los años 80 y 90 del siglo pasado, se regaba las 24 horas del día puesto que el cultivo del melocotón era altamente rentable.

³ Efectivamente, se trata de bancales pequeños en los que tradicionalmente se han cultivado y cultivan melocotoneros de la variedad *Calanda*. La falta de mano de obra en los últimos años ha propiciado el que muchos propietarios arrancaran los melocotoneros y planten almendros y olivos de la variedad *Empletre*, tradicional en la zona. Otros propietarios han arrendado los terrenos para la plantación de alfalfa. De manera que las necesidades hídricas más exigentes en relación con el melocotonero y de la alfalfa, se pueden balancear con las menos exigentes de los olivos y almendros.

En este contexto, **los regantes consideran que, si se pudiera añadir de forma segura, alrededor de 100 L/s a la acequia, sumados a los 80 L/s que suele llevar hasta el momento, mejoraría significativamente la gestión del riego.**

5. PROBLEMÁTICA CON LOS CAUDALES ACTUALES

El riego se realiza entre las 8:00h y las 20:00h y en la mayoría de las parcelas, es por inundación. Los regantes de Calanda, situados en cabecera de la acequia, y por tanto con preferencia sobre el agua, emplean en el horario diurno la mayor parte del caudal disponible, dejando para los regantes de Castelserás, entre 20 y 40 L/s para atender las 180 ha de las que dispone la comunidad.

Al objeto de superar esta situación en 2001, se terminó la construcción de un pequeño embalse de regulación con una capacidad de 3 Hm³ en el que se acumula el caudal nocturno no utilizado por la comunidad de Calanda. De manera que entre las 20h y las 8h el embalse llega a captar un promedio de 50 L/s (**Figura-2**), caudal que por el día es suministrado de nuevo a la acequia para su aprovechamiento por los regantes de Castelserás (**Figura-3**). Este caudal supone el mismo caudal aportado por el día puesto que son las mismas horas de acumulación que las de riego.

$$50 \frac{L}{s} \cdot 12 \text{ horas nocturnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 h \text{ de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 50 \frac{L}{s}$$

De esta forma se consigue que los regantes de Castelserás dispongan, para el **riego diurno de unos 80 L/s**; los 20-40 L/s sobrantes de los riegos de Calanda, más los 50 L/s acumulados en el embalse por la noche.

La desviación del caudal nocturno al embalse se realiza mediante un juego de compuertas situadas en la arqueta indicada en las **Fotografías-2 y 3** del apéndice fotográfico. La arqueta da paso a un sifón que cruza un barranco y a una tubería de hormigón de diámetro 600 y sin pendiente que une la arqueta con el embalse. Jugando con las compuertas de la arqueta, el sifón y el embalse, se consigue la entrada de un caudal nocturno y su almacenamiento así como la evacuación, por esa misma tubería, de un caudal diurno en horario de riego.

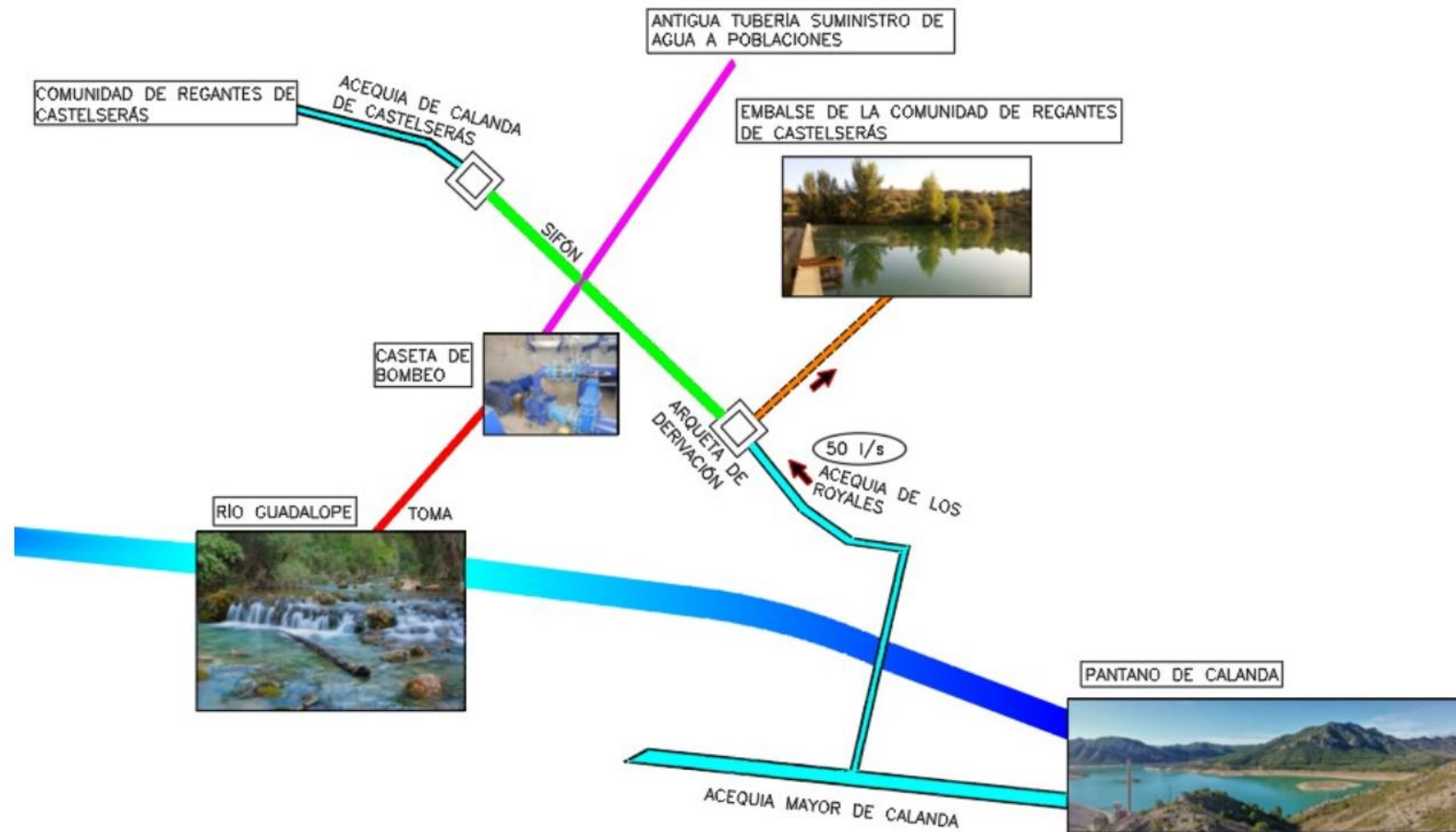


Figura- 2. Situación actual, escenario de 20:00h a 8:00h

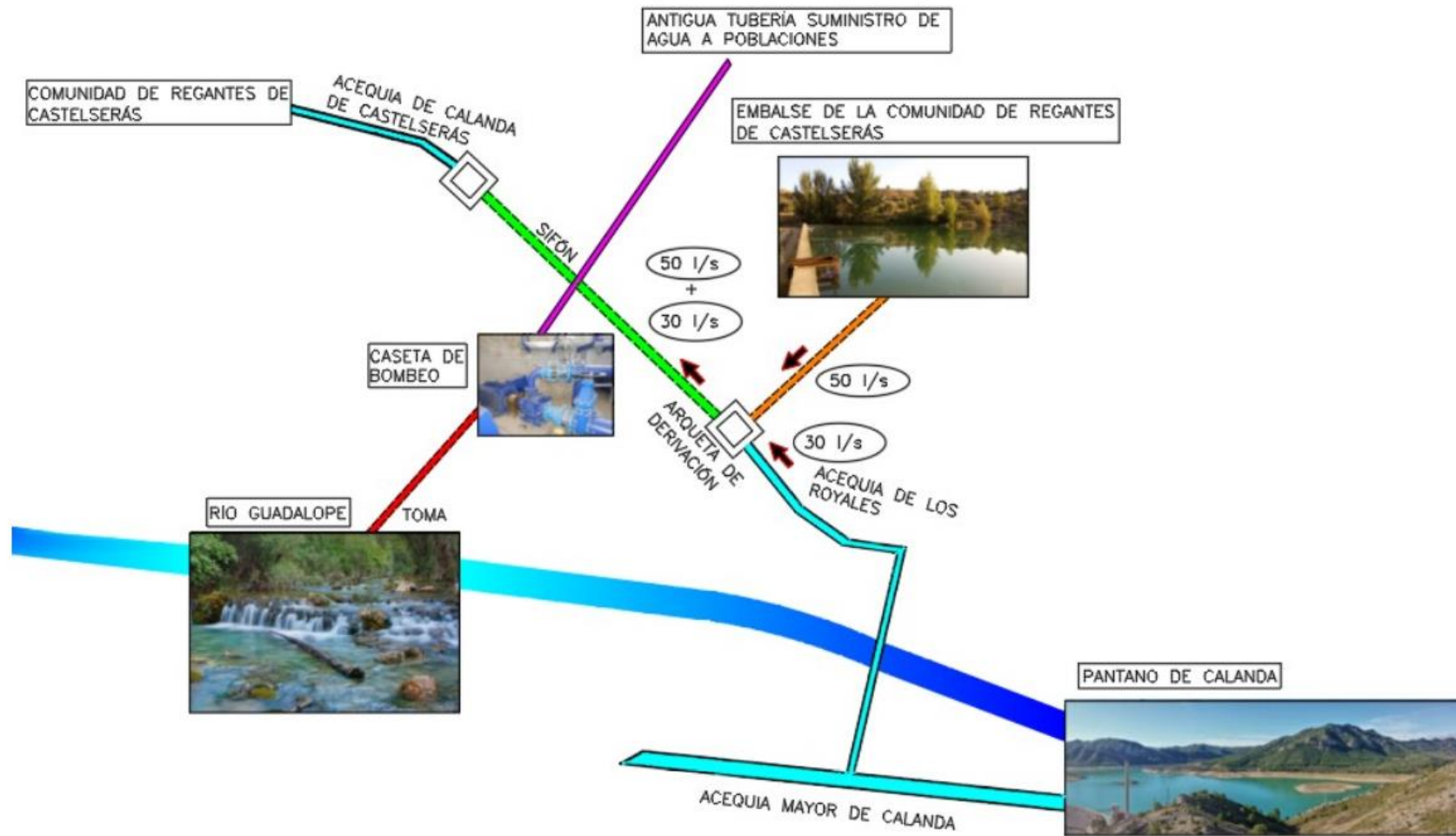


Figura- 3. Situación actual, escenario de 8:00h a 20:00h

Anejo 1. Antecedentes

6. TEMPORADA Y HORAS DE RIEGO

Dependiendo del año climático, la temporada de riego puede empezar a mediados de abril y extenderse hasta finales de septiembre. Mientras que en los meses de junio a agosto se “da el agua” todos los días de las 8:00 a las 20:00, en los meses de abril, mayo y septiembre, los días de riego depende de la pluviometría.

A efectos de cálculo, se ha estimado **un riego con horario diurno de 8 horas en 5 meses. De forma que las horas de riego totales resultan 1.200 h.**

7. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DE CAPTACIÓN Y ELEVACIÓN DE AGUA PARA LAS POBLACIONES

Como se muestra en las **Figuras 1 a 3**, junto al embalse de la Comunidad de Regantes de Castelserás, discurre una tubería que hace años atendía a las necesidades de agua para boca de los municipios de *Torrecilla*, *La Codoñera* y *Belmonte de San José*.

Se trata de una serie de obras abandonadas hace unos 15 años que la propuesta pretende rehabilitar y utilizar como parte de las alternativas identificadas. El reportaje fotográfico ilustra el estado de algunas de estas infraestructuras.

1. **Captación en el río Guadalope (Fotografía-2).** La obra está en buen estado ya que se trata de una estructura sólida de hormigón, así como una compuerta tipo guillotina realizada con perfiles metálicos. Requiere limpieza de vegetación en la captación del río, rehabilitación de la compuerta y desarenar y limpieza en la conducción de unos 20 m de longitud que une la toma con la caseta de bombeo.
2. **Caseta de bombeo (Fotografía-3 y 4).** Mientras que la obra civil está en buen estado, las instalaciones hidráulicas y eléctricas deberán ser saneadas por completo e instalar unas nuevas que cubran las nuevas exigencias de potencia hidráulica y eléctrica.
3. **Estación transformadora y línea eléctrica de media y baja tensión aérea (Fotografías-14 y 15).** Ha resultado imposible conocer las características técnicas del transformador. La línea eléctrica de media tensión es,

probablemente, de 10 kV. Se desconoce igualmente si la contratación es en baja o media tensión, de manera que la propuesta deberá atender las dos posibilidades.

4. **Tubería de abastecimiento a las poblaciones.** Se trata de una tubería de DN 200 mm, de hierro plastificada en su interior que pasa a escasos metros del embalse. **La longitud de la tubería entre la caseta de bombeo y el embalse es de 440 m mientras que el desnivel entre el río y el embalse es de 30 m.**

APÉNDICE FOTOGRÁFICO



Fotografía- 2. Antigua elevación de agua a las poblaciones. Toma en el río Guadalope



Fotografía- 3. Antigua elevación de agua a las poblaciones. Caseta de bombeo fachada principal



Fotografía- 4. Antigua elevación de agua a las poblaciones. Caseta de bombeo fachada trasera



Fotografía- 5. Medición automatizada de caudal al inicio de la acequia (tramo de los Royales)



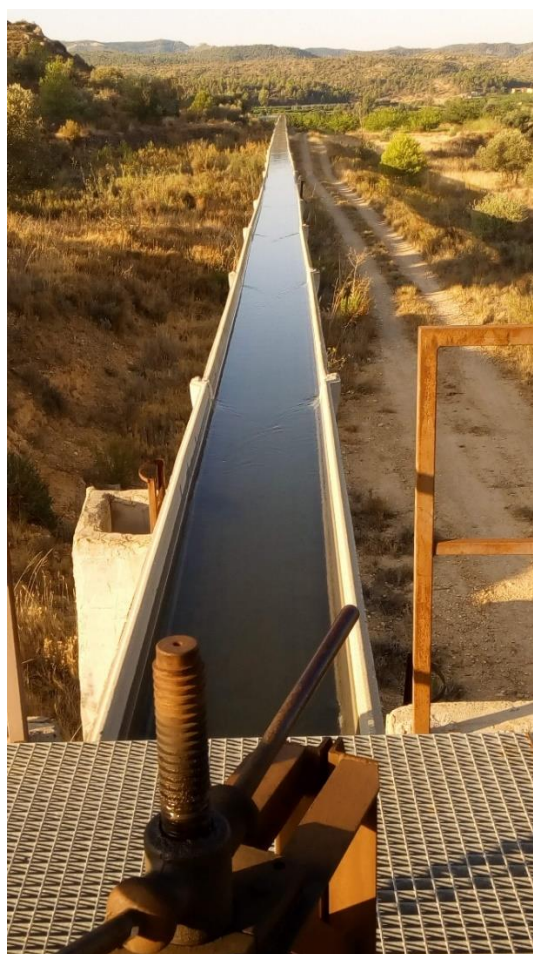
Fotografía- 6. Trazado de la acequia al paso por un campo de melocotones



Fotografía- 7. Arqueta de derivación al embalse. Se observa a la derecha la entrada al sifón para cruzar la *Val de los Comunes*, en donde se localiza el embalse



Fotografía- 8 Arqueta de derivación al embalse. Se observa a la derecha la entrada al sifón para cruzar la *Val de los Comunes*



Fotografía- 9. Vista aguas arriba desde la arqueta de derivación al embalse



Fotografía- 10. Embalse de la comunidad de regantes de Castelserás. Compuerta de regulación



Fotografía- 11. Compuerta de alivio en arqueta de limpieza en el tramo de la acequia de la Comunidad de regantes de Castelserás



Fotografía- 12. Mallazo de limpieza y arqueta de limpieza. Tramo de la acequia de la Comunidad de regantes de Castelserás



Fotografía- 13. Camino de servicio de la acequia. Tramo de la acequia en el tramo de la acequia de la Comunidad de regantes de Castelserás



Fotografía- 14. Centro de transformación. Poste de media tensión a la izquierda. Poste de baja tensión en dirección a la estación de bombeo, a la derecha.



Fotografía- 15. Centro de transformación. Entrada cableado de media tensión

ANEJO 2. TARIFACIÓN

ÍNDICE

1. OBJETO	2
2. TARIFACIÓN	2
2.1. ANÁLISIS DE TARIFAS.....	2
2.2. SELECCIÓN DE TARIFAS	4
3. SELECCIÓN COMERCIALIZADORA DE ENERGÍA	7

1. OBJETO

Es objeto de este anejo analizar las tarifas existentes en Baja Tensión y Media-Alta tensión al objeto de seleccionar la más económica entre las ofertas de distintas comercializadoras de energía.

A pesar de que es claro que la tarifa más económica es la de Media Tensión frente a la de Baja Tensión, debido a la falta de un interlocutor fiable que pudiera aclarar la situación tarifaria de la antigua elevación de agua, la propuesta estudiará ambas posibilidades:

- Tarifa 3.0A (en Baja en Tensión)
- Tarifa 3.1A (en Media Tensión)

2. TARIFACIÓN

2.1. ANÁLISIS DE TARIFAS

En el sector energético existen diversas tarifas que se adaptan a las demandas de los diversos requerimientos. Existen distintas tarifas de acceso que varían según la tensión de la red eléctrica, la potencia contratada y los periodos de discriminación horaria. A continuación, se detallan algunas de las tarifas existentes:

Tarifa 2.0: Es aquella indicada para una potencia eléctrica inferior o igual a 10 kW. Se trata así, de la tarifa de acceso más común en la mayoría de los hogares. Dentro de esta se pueden encontrar distintas variantes:

- **Tarifa 2.0A:** Se trata de una tarifa de acceso de electricidad en baja tensión (menos de 1 kV), para potencias eléctricas inferiores a 10 kW y sin discriminación horaria.

- **Tarifa 2.0DHA:** Es una tarifa de luz de baja tensión, que está disponible para una potencia contratada inferior o igual a 10 kW, y con contratación de discriminación horaria en dos periodos. Esta discriminación horaria en dos periodos es una modalidad en la que se diferencian dos franjas horarias, las horas punta en las que el precio del kilovatio hora (kWh) de luz consumido es más caro, y las horas valle en las que el precio del kWh es inferior.

-**Tarifa 2.0DHS:** En esta tarifa se realiza una discriminación horaria de tres periodos. En las que se distinguen tres franjas horarias (Punta, Valle y Supervalle).

Tarifa 2.1: Se trata de una tarifa para una potencia de entre 10 kW y 15 kW. Dentro de esta se hallan distintas variantes:

-**Tarifa 2.1A:** Es una tarifa sin discriminación horaria para baja tensión y para potencias contratadas de entre 10 kW y 15 kW.

-**Tarifa 2.1DHA:** Se trata de una variante de la tarifa 2.1 en la cual se realiza una discriminación horaria durante determinadas horas del día que suelen coincidir con los periodos de la noche.

-**Tarifa 2.1DHS:** Para el cálculo de esta tarifa se aplica una discriminación horaria de tres franjas.

Tarifa 3.0: Este tipo de tarifas están indicadas para la contratación de potencias superiores a los 15 kW y con discriminación horaria de tres periodos. A continuación, se muestran las opciones dentro de esta tarifa:

-**Tarifa 3.0a:** Para esta se establecen tres periodos horarios en los que el precio del kWh y el precio del término de potencia serán distintos según el periodo en el que se lleve a cabo el consumo. Los tres periodos son: Punta, Valle y Supervalle, en la **Tabla-1** se muestra el horario que comprende cada una.

A partir de este punto aparecen tarifas para potencias superiores a los 15kW en media-alta tensión¹, se muestran a continuación algunas de las tarifas existentes:

Tarifa 3.1A: Ofrece una potencia igual o inferior a 450 kW y una red conectada a un suministro de 36 kV, **constituyéndose como una tarifa de media y alta tensión.** También está dividida en tres franjas horarias como se muestra en la siguiente tabla.

¹ En España no existe un reglamento específico para las instalaciones eléctricas de media tensión por lo que se engloban dentro de la misma categoría que las líneas de Alta Tensión, en concreto una línea de baja tensión es considerada una instalación de alta tensión de 3ª categoría.

Tabla- 1. Franja horaria según tarifa 3.0 A y 3.1A

Tarifa 3.0A	Horario	Horas por tarifa	Tarifa 3.1A	Horario	Horas por tarifa
Punta	11:00 h-15:00 h	4	Punta	10:00 h-16:00 h	6
Valle	8:00 h- 11:00 h	3	Llano	8:00 h- 10:00 h	2
	15:00 h- 24:00 h	9		16:00 h- 24:00 h	8
Supervalle	00:00 h-8:00 h	8	Valle	00:00 h-8:00 h	8

Tarifa 6.1A: Esta tarifa pertenece a la escala de alta tensión, se caracteriza por contar con 6 periodos de discriminación horaria. La instalación eléctrica debe ser mayor o igual a 1 kV e inferior a 30 kV y tener potencia contratada superior a 450 kW en alguno de los 6 periodos.

Existen más tarifas de alta tensión como la 6.1B, 6.2, 6.3 y 6.4 que van desde 30kV a tensiones superiores a los 145 kV.

La tarifa en las que se centrará el presente proyecto es en la 3.0A para una potencia superior a los 15 kW y con una discriminación horaria de tres franjas (punta, valle y Supervalle) y en la tarifa 3.1A que también se considera de interés por las características de las que dispone la instalación.

2.2. SELECCIÓN DE TARIFAS

En el presente apartado se detallan las tarifas eléctricas 3.0A y 3.1A de distintas empresas comercializadoras de energía eléctrica, con tal de poder realizar un análisis del consumo eléctrico para satisfacer las necesidades de riego, a partir del cálculo de los requerimientos de potencia previamente expuestos.

Las empresas de las que se ha realizado una indagación en profundidad de la tarifa seleccionada son: Endesa, Iberdrola, Naturgy, EDP, Repsol, Electra Energía, Respira Energía y Aura Energía. Se han recogido los datos del término de potencia y el término de energía en €/kW/año y €/kWh respectivamente, de cada una de las franjas horarias.

Tabla- 2. Tarifas 3.0A por discriminación horaria de ENDESA, IBERDROLA y NATURGY

Período	Horario	ENDESA		IBERDROLA		NATURGY	
		Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	11:00 h-15:00 h	41,9507	0,1271	42,203	0,1278	41,3955	0,1455
Valle	8:00 h- 11:00 h	25,1704	0,1141	25,6013	0,1101	25,1039	0,1303
	15:00 h- 24:00 h						
Supervalle	00:00 h-8:00 h	16,7803	0,0853	18,2114	0,0831	16,9582	0,1025

Tabla- 3. Tarifas 3.0A por discriminación horaria de EDP, RESPSOL y ELECTRA ENERGÍA

Período	Horario	EDP		REPSOL		ELECTRA ENERGÍA	
		Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	11:00 h-15:00 h	49,2816	0,1954	42,924	0,1109	42,267	0,128
Valle	8:00 h- 11:00 h	29,5692	0,1697	25,9515	0,0999	24,4185	0,1069
	15:00 h- 24:00 h						
Supervalle	00:00 h-8:00 h	19,7124	0,1394	18,9435	0,0819	16,279	0,075

Tabla- 4. Tarifas 3.1A por discriminación horaria de RESPIRA ENERGÍA, IBERDROLA y NATURGY

Período	Horario	RESPIRA ENERGÍA		IBERDROLA		NATURGY	
		Término de potencia € /kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia € /kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	10:00 h-15:00 h	59,1735	0,0143	59,7289	0,0188	59,1735	0,1186
Llano	8:00 h- 9:00 h	36,4907	0,0128	24,4373	0,0126	36,4907	0,1095
	16:00 h- 23:00 h						
Valle	00:00 h-7:00 h	8,3677	0,0078	16,2916	0,0078	8,3677	0,0891

Tabla- 5. Tarifas 3.1A por discriminación horaria de EDP, RESPSOL y AURA ENERGÍA

Período	Horario	EDP		REPSOL		AURA ENERGIA	
		Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	10:00 h-15:00 h	59,1735	0,0143	42,9401	0,1081	59,1734	0,0816
Llano	8:00 h- 9:00 h	36,4907	0,0128	26,9699	0,0981	36,4905	0,0751
	16:00 h- 23:00 h						
Valle	00:00 h-7:00 h	8,3677	0,0078	19,9801	0,0791	8,3676	0,0597

3. SELECCIÓN COMERCIALIZADORA DE ENERGÍA

Atendiendo a los precios relacionados en el epígrafe anterior, la comercializadora eléctrica más económica es ELECTRA ENERGÍA para la tarifa 3.0A (en Baja en Tensión) e IBERDROLA para la tarifa 3.1A (en Media Tensión) con los siguientes precios:

Tabla- 6. Tarifas 3.0A por discriminación horaria de ELECTRA ENERGÍA

			ELECTRA ENERGÍA	
Período	Horario	Horas por tarifa	Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	11:00 h-15:00 h	4	42,267	0,128
Valle	8:00 h- 11:00 h	3	24,4185	0,1069
	15:00 h- 24:00 h	9		
Supervalle	00:00 h-8:00 h	8	16,279	0,075

Tabla- 7. Tarifas 3.1A por discriminación horaria de IBERDROLA

			IBERDROLA	
Período	Horario	Horas por tarifa	Término de potencia € /kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	10:00 h-15:00 h	6	59,7289	0,0188
Llano	8:00 h- 9:00 h	2	24,4373	0,0126
	16:00 h- 23:00 h	8		
Valle	00:00 h-7:00 h	8	16,2916	0,0078

ANEJO 3. ALTERNATIVAS Y COSTE ENERGÉTICO DE LAS PROPUESTAS

ÍNDICE

1. OBJETO	2
2. CRITERIOS CONSIDERADOS EN LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	2
2.1. CAPACIDAD DE LA TUBERIA EXISTENTE.....	2
2.2. CAUDALES DE ELEVACIÓN	5
2.3. HORARIOS DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS.....	5
2.3.1 BAJA TENSIÓN.....	5
2.3.2 MEDIA TENSIÓN.....	6
2.4. CAUDAL ELEVADO AL EMBALSE/CAUDAL APORTADO A LA ACEQUIA.....	6
2.4.1 CAUDALES EN HORARIOS DE BAJA TENSIÓN.....	6
2.4.2 CAUDALES EN HORARIOS DE MEDIA TENSIÓN	8
2.5. CAUDAL DE ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA.....	9
3. ALTERNATIVA DE ELEVACIÓN AL EMBALSE	12
4. ALTERNATIVA DE ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA	17
5. USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	20
6. COSTE ENERGÉTICO DE LAS ALTERNATIVAS CON TARIFA EN BAJA TENSIÓN	21
7. COSTE ENERGÉTICO DE LAS ALTERNATIVAS CON TARIFA EN MEDIA TENSIÓN	22
8. CONCLUSIÓN	24

1. OBJETO

El presente anejo contempla la identificación de las distintas alternativas consideradas para el incremento del caudal en la acequia de la **Comunidad de Regantes de Castelserás**,

- Elevación al embalse
- Elevación directa a la acequia
- La posibilidad de generar energía fotovoltaica

Se analiza también los costes energéticos en Baja y Media Tensión para las alternativas identificadas.

2. CRITERIOS CONSIDERADOS EN LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

2.1. CAPACIDAD DE LA TUBERIA EXISTENTE

Como se muestra en la **Figura-1**, junto al embalse de la Comunidad de Regantes de Castelserás, discurre una tubería que hace años atendía a las necesidades de las poblaciones de *Torrecilla*, *La Codoñera* y *Belmonte de San José*. Esta obra consiste en una caseta de bombeo, un **transformador aéreo de 100 kVA** y una tubería de 200 mm de hierro plastificada en su interior. **La longitud de la tubería entre la toma del río y el embalse es de 440 m y el desnivel de 30 m.**

Una de las propuestas del estudio consiste en utilizar esta tubería para reforzar, mediante el bombeo desde el río Guadalope, la capacidad de regulación que tiene el embalse. Se sumaría así a los 80 L/s que actualmente lleva la acequia por el día.

El objetivo de los primeros cálculos es determinar un caudal realista que pueda bombearse en función de la tubería existente. Al efecto se han determinado las pérdidas de carga para diversos caudales utilizando la expresión de Hazen Williams atendiendo al régimen hidráulico turbulento en zona de transición con los siguientes parámetros justificados en la **Tabla-1**. Los caudales tanteados son de **50, 75, 100, 150 y 200 L/s**.

Tabla- 1. Parámetros para la determinación de pérdidas de carga

Q	Q	Di	v	Reynolds	ε relativa ¹
L/s	m3/s	m	m/s		
50	0,05	0,2	1,59	318.318	0,00075
75	0,075	0,2	2,39	477.476	0,00075
100	0,1	0,2	3,18	636.635	0,00075
150	0,15	0,2	4,77	954.953	0,00075
200	0,2	0,2	6,37	1.273.271	0,00075

En el caso de las pérdidas de carga singulares de la tubería se ha considerado que son del 15% de las pérdidas de carga lineales.

$$\Delta h_l = 10,7 * \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,78}} * L$$

$$\Delta h_{\text{singulares}} = \Delta h_{\text{longitudinales}} \cdot 0,15$$

Donde:

- $\Delta h_{\text{lineales}}$ Pérdidas de carga lineales de las tuberías secundarias (m) mca
- $\Delta h_{\text{singulares}}$ Pérdidas de carga singulares de las tuberías secundarias (m) mca
- L Longitud del tramo, m m
- D Diámetro interior de la tubería secundaria, en m m
- C Coeficiente para tuberías acero usadas 110

Como puede apreciarse en la **Tabla-2**, con la tubería existente de 200 mm, caudales por encima de los 75 L/s suponen un castigo importante en pérdidas de carga. Pasar de los 50 L/s a los 100 L/s implica triplicar las necesidades y unos requerimientos energéticos fuera de las buenas prácticas².

¹ Rugosidad relativa del acero plastificado: 0.015 mm

² Habitualmente, se considera 1, 5 m/s como una velocidad económica estándar.

Tabla- 2. Determinación pérdidas de carga

Q	L	Dn	Di	v	Δh_L	Δh_s	$\Delta h(L+s)$	Δz	HB	η_B	η_M	CV	kW	Trafo
m ³ /s	m	mm	mm	m/s	m	m	m	m	m					kVA
0,05	440	200	0,2	1,59	6,77	1,02	7,78	30	37,78	0,65	0,8	58	42,72	62,83
0,075	440	200	0,2	2,39	14,33	2,15	16,48	30	46,48	0,65	0,8	107	78,83	115,9
0,1	440	200	0,2	3,18	24,40	3,66	28,06	30	58,06	0,65	0,8	179	131,3	193,1
0,15	440	200	0,2	4,77	51,65	7,75	59,40	30	89,40	0,65	0,8	413	303,3	446
0,2	440	200	0,2	6,37	87,95	13,19	101,14	30	131,14	0,65	0,8	807	593,2	872,3

Donde la simbología de la **Tabla-2** es la siguiente:

- Q Caudal m³/s
- L Longitud m
- Dn Diámetro nominal exterior comercial mm
- Di Diámetro interior comercial mm
- V Velocidad m/s
- $\Delta h(l)$ Pérdidas de carga lineales m
- $\Delta h(s)$ Pérdidas de carga singulares m
- $\Delta h(l+s)$ Sumatorio de las pérdidas de carga lineales y singulares m
- HB Altura de la bomba m
- η_B y η_M Estimación de los rendimientos de Bomba y Motor respectivamente
- Trafo Potencia del transformador con $\cos\Phi=0,85$ y un coeficiente de arranque de 1,25 kVA

2.2. CAUDALES DE ELEVACIÓN

En las distintas alternativas analizadas se han tenido en cuenta una serie de caudales de elevación que permitieran (i) cubrir los objetivos del proyecto (ii) aprovechar al máximo las infraestructuras existentes y (iii) realizar una comparativa entre las alternativas. En este sentido, se estudia la elevación con los siguientes caudales ya **dispuestos en la acequia**³,

- **Caudal de 100 L/s** porque es el caudal que estiman los regantes (sumados a los 80 L/s que actualmente disponen) como el mínimo necesario para realizar una buena gestión del riego.
- **Caudal de 133 L/s** porque permite, en algunos horarios y tarifas, minimizar las obras al utilizar la instalación eléctrica existente, incluido transformador y acometida.
- **Caudal de 167 L/s** porque es el caudal que permite agotar la capacidad de la acequia de 250 L/s contando con los 80 L/s actuales.
- **Caudal de 250 L/s** como ejercicio numérico pensando en independizarse de las aportaciones irregulares de la acequia de Calanda. Es decir, sin contar con los 80 L/s.

2.3. HORARIOS DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS

2.3.1 BAJA TENSIÓN

La **Tabla-3** muestra los rangos horarios correspondientes a la **Tarifa 3.0A**, siendo la Supervalle la más económica y la Punta la más cara.

³ Se distingue entre el caudal elevado y el dispuesto finalmente en la acequia de riego.

Tabla- 3. Franja horaria y costes según tarifa 3.0A

Período	Horario	Horas por tarifa	ELECTRA ENERGÍA	
			Término de potencia €/kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	11:00 h-15:00 h	4	42,267	0,128
Valle	8:00 h- 11:00 h	3	24,4185	0,1069
	15:00 h- 24:00 h	9		
Supervalle	00:00 h-8:00 h	8	16,279	0,075

2.3.2 MEDIA TENSIÓN

La **Tabla-4** muestra los rangos horarios correspondientes a la **Tarifa 3.1A**, siendo la Valle la más económica y la Punta la más cara.

Tabla- 4. Franja horaria y coste según tarifa 3.1A

Período	Horario	Horas por tarifa	IBERDROLA	
			Término de potencia € /kW/año	Término de energía €/kWh
Punta	10:00 h-15:00 h	6	59,7289	0,0188
Llano	8:00 h- 9:00 h	2	24,4373	0,0126
	16:00 h- 23:00 h	8		
Valle	00:00 h-7:00 h	8	16,2916	0,0078

2.4. CAUDAL ELEVADO AL EMBALSE/CAUDAL APORTADO A LA ACEQUIA

2.4.1 CAUDALES EN HORARIOS DE BAJA TENSIÓN

Debido a que el embalse actúa de regulador, los caudales que son bombeados en los horarios que no se riega (20:00 a 8:00 horas), son enviados a la acequia en los horarios de riego (8:00 a 20:00 horas).

En el caso de **riego nocturno con tarifa Super Valle**, el bombeo durará 8 horas y la aportación a la acequia será de 12 horas, de forma que los caudales no son coincidentes. De esta forma, un caudal bombeado desde el río al embalse de 50 L/s desde las 12h a las 8h supone una aportación a la acequia de 33 L/s (Q equivalente) desde las 8h a las 20h.

$$50 \frac{L}{s} \cdot 8 \text{ horas nocturnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 33,3 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

Si a este caudal se le añade el caudal de 80 L/s que actualmente puede llevar a la acequia durante el día, supone en total un caudal de 133 L/s, valor reflejado en la **Tabla-5**.

Tabla- 5. Caudal total en la acequia con tarifa Super Valle

Q al embalse	Q equivalente al embalse Supervalle (8h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
50	33	33	80	113

En el caso de **riego con tarifa Super Valle y Valle**, ocurre exactamente lo mismo. Suponiendo una elevación de 75 L/s, en 8 horas nocturnas (Supervalle) y 8 horas diurnas (Valle), supone la aportación total a la acequia en las 12 horas de riego de 100 L/s.

$$75 \frac{L}{s} \cdot 8 \text{ horas nocturnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 50 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

$$75 \frac{L}{s} \cdot 8 \text{ horas diurnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 50 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

Añadiendo los 80 L/s que actualmente puede llevar la acequia durante el día, supone en total un caudal de 180 L/s, valor reflejado en la **Tabla-6**.

Tabla- 6. Caudal total en la acequia con tarifa Supervalle y Valle

Q al embalse	Q equivalente al embalse Supervalle (8h)	Q equivalente al embalse Valle (8h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
75	50	50	100	80	180

Por último, en las alternativas con el riego de las 3 tarifas eléctricas y considerando 8 horas en la tarifa **Super Valle**; 8 horas en la tarifa **Valle** y 4 horas en la tarifa **Punta**, con un caudal elevado de 50 L/s, supone un caudal equivalente en la acequia de 100 L/s.

$$50 \frac{L}{s} \cdot 8 \text{ horas nocturnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 33 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

$$50 \frac{L}{s} \cdot 12 \text{ horas diurnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 50 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

$$50 \frac{L}{s} \cdot 4 \text{ horas diurnas} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ h de riego}} \cdot \frac{1h}{3600s} = 17 \frac{L}{s} \text{ aportados al riego diurno}$$

Añadiendo los 80 L/s que actualmente puede llevar la acequia durante el día, supone en total un caudal de 180 L/s, valor reflejado en la **Tabla-7**.

Tabla- 7. Caudal total en la acequia con tarifa Supervalle, Valle y Punta

Q al embalse	Q equivalente al embalse Supervalle (8h)	Q equivalente al embalse Valle (12h)	Q equivalente al embalse Punta (4h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
50	33	50	17	100	80	180

2.4.2 CAUDALES EN HORARIOS DE MEDIA TENSIÓN

En el caso de la media tensión, las tarifas quedan divididas en tres franjas Punta, Llano y Valle en los horarios mostrados en la **Tabla-4**, se realizan los mismos cálculos de los caudales correspondientes a las alternativas de bombeo expuestos previamente. A pesar de que las tarifas de media tensión comprenden horarios distintos, únicamente se hallan diferencias en los caudales aportados durante las alternativas de aportación durante 24 h al embalse y la alternativa de elevación directa a la acequia. De este modo, en las siguientes tablas se muestra un resumen de los caudales equivalentes en la acequia.

Tabla- 8. Caudal total en la acequia con tarifa Valle

Q al embalse	Q equivalente al embalse Valle (8h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
50	33	33	80	113

Tabla- 9. Caudal total en la acequia con tarifa Valle y Llano

Q al embalse	Q equivalente al embalse Valle (6h)	Q total equivalente al embalse Llano (6h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
100	50	50	100	80	180

Tabla- 10. Caudal total en la acequia con tarifa Valle, Llano y Punta

Q al embalse	Q al embalse Valle (8h)	Q al embalse Llano (10h)	Q al embalse Punta (6h)	Q total equivalente en la acequia	Q actual en la acequia durante el día	Q total en la acequia
L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
50	33	42	25	100	80	180

Durante el desarrollo de este anejo se mostraran en distintas tablas todos los caudales considerados y su equivalencia en la acequia teniendo en cuenta las tarifas de media tensión.

2.5. CAUDAL DE ELEVACIÓN DIRECTO A LA ACEQUIA

Dentro de las alternativas que contemplan el bombeo directo de los caudales hacia la *acequia de Castelserás*, se tienen en consideración los mismos caudales antes mencionados en el apartado **2.2. Caudales de elevación**, los cuales permiten satisfacer las necesidades de riego:

Tabla- 11. Caudales de elevación directa

Caudal (L/s)
100
133
167
250

Para estas alternativas se requiere el dimensionamiento de la tubería que entregará los caudales directamente a la *acequia de Calanda de Castelserás* durante el periodo de riego al que se acogen los agricultores, es decir de 8:00 a 20:00 h, doce horas que engloban las tarifas correspondientes.

Para el cálculo no se ha tenido en cuenta el criterio de velocidad económica de 1,5 m/s puesto que la longitud de tubería (200 m) supone unas pérdidas de carga muy pequeñas e incluso bombeando 250 m³/s que supondría el caudal máximo, las pérdidas de carga totales no superan los 6 m.

A continuación se muestra en la **Tabla-12** los cálculos realizados para dicho dimensionamiento:

Tabla- 12. Determinación pérdidas de carga tubería elevación directa a la acequia

Q	Q	L	Dn	Di	v	Δh_L	Δh_s	$\Delta h(L+s)$	Δz	HB	η_B	η_M	CV	kW	Trafo
L/s	m ³ /s	m	mm	m	m/s	m		m	m	m					kVA
100	0,1	200	350	0,3	1,41	0,94	0,14	1,08	30	31,08	0,65	0,8	96	70	103
134	0,134	200	350	0,3	1,90	1,60	0,24	1,84	30	31,84	0,65	0,8	131	96	142
167	0,167	200	350	0,3	2,36	2,37	0,36	2,73	30	32,73	0,65	0,8	168	124	182
250	0,25	200	350	0,3	3,54	4,91	0,74	5,64	30	35,64	0,65	0,8	274	202	296

Donde la simbología de la **Tabla-12** es la siguiente:

- Q Caudal m³/s
- L Longitud m
- Dn Diámetro nominal exterior comercial mm
- Di Diámetro interior comercial mm
- V Velocidad m/s
- $\Delta h(l)$ Pérdidas de carga lineales m
- $\Delta h(s)$ Pérdidas de carga singulares m
- $\Delta h(l+s)$ Sumatorio de las pérdidas de carga lineales y singulares m
- HB Altura de la bomba m
- η_B y η_M Estimación de los rendimientos de Bomba y Motor respectivamente
- Trafo Potencia del transformador con $\cos\Phi=0,85$ y un coeficiente de arranque de 1,25 kVA

3. ALTERNATIVA DE ELEVACIÓN AL EMBALSE

Resumida de forma esquemática en la **Figura-1**, comprende la elevación primero al embalse de regulación en distintos horarios (nocturnos y diurnos) y distintos caudales para posterior entrega a la acequia durante el día.

Las obras complementarias se describen en el **Anejo-4**. Se limitarían a,

- Desarenador y obra propiamente de entrega al embalse.
- La instalación de dos válvulas de compuerta de 200 mm en la tubería existente que permitieran derivar el caudal a un desarenador y posterior entrega al embalse.

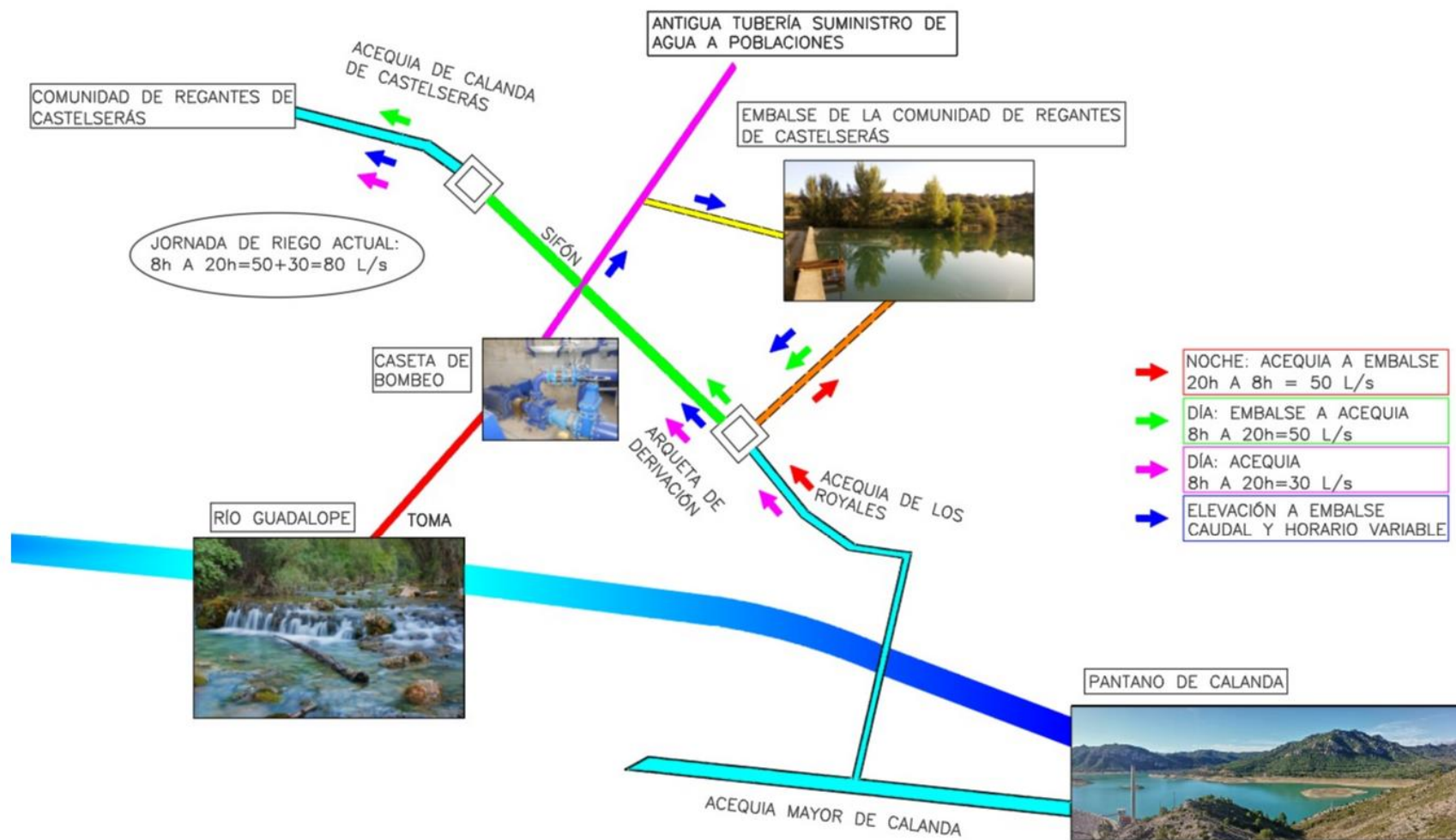


Figura- 1. Alternativa de elevación al embalse

La **Tabla-13** recoge el resume de las distintas combinaciones de caudal y horarios considerados al objeto de identificar la combinación más apropiada en baja tensión. La **Tabla-14** muestra las combinaciones para las tarifas de media tensión.

Considerando únicamente la **elevación nocturna** (SV en baja tensión y V en media tensión), resulta difícil justificar elevaciones superiores a los 100 L/s al embalse (pérdidas del 6,4 m/100 m según se desprende del análisis de la **Tabla-2**⁴) que aportan únicamente 67 L/s a la acequia en el riego diurno.

Ampliando el riego a la **tarifa Valle** (V) en el caso de **baja tensión** y a **Llano** (LL) en **media tensión**, además de la nocturna, la situación mejora sustancialmente. La elevación de 100 L/s al embalse se traduce en 133 L/s en la acequia para el riego.

Si además **se bombea en periodo punta** (P), se alcanzan los 134 L/s en la acequia con elevaciones de 67 L/s. En este caso, además, no debería cambiarse la aparamenta del transformador existente (caso que esté todavía en condiciones de uso), puesto que la potencia contratada sería de 82 kW, menor que las 100 kVA del actual transformador.

⁴ Con una elevación de 100 L/s se obtienen unas pérdidas de carga de 28,06 m en los 440 m de longitud que tiene la tubería (**Tabla-2**)

Tabla- 13. Resumen de caudales y potencias contratadas en las diversas combinaciones analizadas en la alternativa de elevación al embalse de regulación en Baja Tensión

Alternativa		Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados
			h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE						
A.1 ELEVACIÓN NOCTURNA	A.1.1	SV	8	50	33	80	113	53
	A.1.2	SV	8	100	67	80	147	164
	A.1.3	SV	8	150	100	80	180	379
	A.1.4	SV	8	200	133	80	213	741
	A.1.5	SV	8	250	167	80	247	1292
A.2 ELEVACIÓN NOCTURNA+ VALLE	A.2.1	SV	8	50	67	80	147	53
		V	8					53
	A.2.2	SV	8	75	100	80	180	99
		V	8					99
	A.2.3	SV	8	100	133	80	213	164
		V	8					164
	A.2.4	SV	8	143	167	80	247	341
		V	6					341
	A.2.5	SV	8	150	250	No se considera aportación actual	250	379
		V	12					379
A.3 ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	SV	8		100	80	180	53
		V	12	50				53
		P	4					53
	A.3.2	SV	8		134	80	214	82
		V	12	67				82
		P	4					82
	A.3.3	SV	8		168	80	248	119
		V	12	84				119
		P	4					119
	A.3.4	SV	8		250	No se considera aportación actual	250	256
		V	12	125				256
		P	4					256

Tabla- 14. Resumen de caudales y potencias contratadas en las diversas combinaciones analizadas en la alternativa de elevación al embalse de regulación en Media Tensión

Alternativa		Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados
			h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE						
A.1 ELEVACIÓN NOCTURNA	A.1.1	V	8	50	33	80	113	53
	A.1.2	V	8	100	67	80	147	164
	A.1.3	V	8	150	100	80	180	379
	A.1.4	V	8	200	133	80	213	741
	A.1.5	V	8	250	167	80	247	1292
A.2 ELEVACIÓN NOCTURNA+ VALLE	A.2.1	V	8	50	67	80	147	53
		LL	8	50				53
	A.2.2	V	8	75	100	80	180	99
		LL	8	75				99
	A.2.3	V	8	100	133	80	213	164
		LL	8	100				164
	A.2.4	V	8	143	167	80	247	341
		LL	6	143				341
	A.2.5	V	8			No se considera aportación actual		379
		LL	10	150	250		250	379
		P	2					379
A.3 ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	V	8					53
		LL	10	50	100	80	180	53
		P	6					53
	A.3.2	V	8					82
		LL	10	67	134	80	214	82
		P	6					82
	A.3.3	V	8					119
		LL	10	84	168	80	248	119
		P	6					119
	A.3.4	V	8			No se considera aportación actual		256
		LL	10	125	250		250	256
		P	6					256

4. ALTERNATIVA DE ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA

La alternativa contempla elevar directamente a la acequia el caudal de 100 L/s que considera la *Comunidad de Regantes de Castelserás* como el mínimo necesario para, sumado a los 80 L/s actuales, regar sin problemas. Además, se analizan otros caudales para poder compararlos con las otras alternativas consideradas.

Esta alternativa supondrá una inversión significativamente mayor que la anterior alternativa debido a una serie de obras identificadas en la **Figura-2** y descritas y justificadas en el **Anejo-4**, que consistirían básicamente en,

- Nueva tubería de la caseta de bombeo hacia la acequia.
- Obras de adaptación en la caseta de bombeo.
- Obras de entrega del caudal a la acequia.

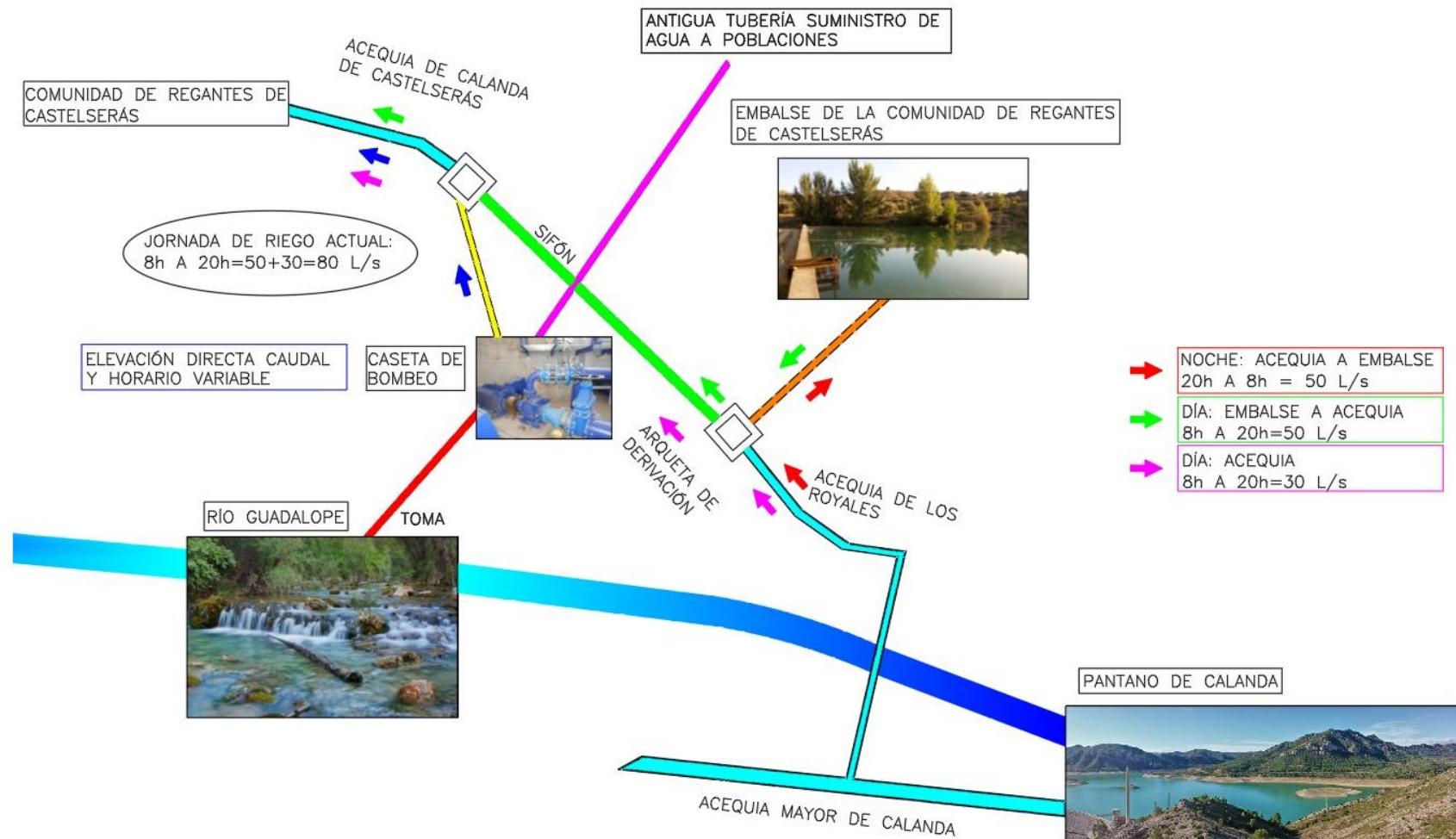


Figura- 2. Alternativa elevación directa a la acequia

La **Tabla-15** recoge el resumen de las distintas combinaciones de caudal y horarios considerados al objeto de identificar la combinación más apropiada en el caso de la elevación directa a la acequia en Baja Tensión. La **Tabla-16** muestra el resumen para las alternativas en Media Tensión.

Lógicamente, la alternativa únicamente contempla el riego en periodo diurno ya que el caudal elevado deberá verterse directamente en la acequia en horario de riego, de 8:00 a 20:00.

Como puede apreciarse en los valores que muestran la **Tabla-15** y **Tabla-16**, la elevación de 100 L/s permitiría, probablemente, el uso del transformador y apartamentada eléctrica existente. Pero a partir de este caudal se requeriría la sustitución del transformador. Alcanzar el máximo caudal que puede llevar la acequia en la situación actual supondría elevar 167 L/s, un caudal muy asumible.

Tabla- 15. Resumen de caudales y potencias contratadas en las diversas combinaciones analizadas en la alternativa de elevación al embalse de regulación en Baja Tensión

Alternativa	Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados
		h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW
B	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA						
B.1	V	8	100	100	80	180	88
	P	4					88
B.2	V	8	134	134	80	214	121
	P	4					121
B.3	V	8	167	167	80	247	155
	P	4					155
B.4	V	8	250	250	No se considera aportación actual	250	252
	P	4					252

Tabla- 16. Resumen de caudales y potencias contratadas en las diversas combinaciones analizadas en la alternativa de elevación al embalse de regulación en Media tensión

Alternativa	Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados
		h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW
B	ELEVACIÓN DIRECTA A CANAL						
B.1	LL	6	100	100	80	180	88
	P	6					88
B.2	LL	6	134	134	80	214	121
	P	6					121
B.3	LL	6	167	167	80	247	155
	P	6					155
B.4	LL	6	250	250	No se considera aportación actual	250	252
	P	6					252

5. USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía fotovoltaica se introduce para complementar las alternativas analizadas con elevaciones en horarios diurnos. En este sentido, como puede apreciarse en la **Tabla-17** se considera,

- Elevación diurna al embalse con el caudal mínimo deseado por la *Comunidad de Regantes* de 100 L/s.
- Elevación diurna directa a la acequia con el caudal de 167 L/s necesario para cubrir la capacidad de la acequia con los 80 L/s actuales.
- Elevación diurna directa a la acequia con el caudal de 250 L/s al objeto de cubrir la capacidad de la acequia sin las aportaciones actuales.

Las obras que deberán realizarse son las complementarias para la instalación fotovoltaica a las alternativas descritas en apartados anteriores. Básicamente se trata de,

- Superficie captadora de paneles solares.
- Convertidor y variador de frecuencia.
- Aparamenta eléctrica y obra civil complementaria de la instalación.

Tabla- 17. Resumen de caudales y potencias contratadas en las diversas combinaciones analizadas en la alternativa de elevación con energía fotovoltaica

Alternativa		Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados
		h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTÁICA					
Elevación al Embalse	C.1	12	100	100	80	180	69
Elevación directa a la acequia	C.2	12	167	167	80	247	118
Elevación directa a la acequia	C.3	12	250	250	No se considera la aportación actual	250	186

6. COSTE ENERGÉTICO DE LAS ALTERNATIVAS CON TARIFA EN BAJA TENSIÓN

Las **Tablas-18** y **19** resultan del resumen de la información elaborada en la **Tabla-23**.

Del análisis de costes energéticos en tarifa de baja tensión se desprenden las siguientes conclusiones de la **Tabla-18**,

1. La elevación nocturna, contrario a lo que cabría esperar por tener un precio de kWh más económico que el resto de los segmentos horarios, no resulta competitiva, en igualdad de caudales, con el resto de las tarifas.
2. Para disponer 100 L/s en la acequia (caudal mínimo deseado por la comunidad de regantes) la alternativa A.3 de elevación utilizando las 24 horas resulta la más económica sin diferencia significativa con alternativa B e incluso la A.2.
3. Para caudales superiores a 100 L/s, la posibilidad de elevación directa a la acequia resulta la más económica. Parece lógico puesto que con caudales elevados las pérdidas de carga en la tubería de 200 mm que atiende al embalse son muy elevadas y, consecuentemente, las potencias de las bombas requeridas. En todo caso, esta alternativa tendrá unas obras más complejas y costosas que las alternativas de elevación al embalse.

Tabla- 18. Resumen coste €/ha/año distintas alternativas en Baja Tensión

Q equivalente en la acequia	Alternativa			
	A.1	A.2	A.3	B
	ELEVACIÓN NOCTURNA	ELEVACIÓN NOCTURNA+VALLE	ELEVACIÓN 24 h	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA
L/s	€/ha/año	€/ha/año	€/ha/año	€/ha/año
33	26			
67	80	64		
100	186	118	110	113
133	364	196	169	155
167	634	359	246	198
250		562	526	323

Los costes de elevación por €/m³ siguen el mismo patrón que en el análisis realizado para los costes por hectárea tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla- 19. Resumen coste €/m3 distintas alternativas en Baja Tensión

Q equivalente en la acequia	Alternativa			
	A.1	A.2	A.3	B
	ELEVACIÓN NOCTURNA	ELEVACIÓN NOCTURNA+VALLE	ELEVACIÓN 24 h	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA
L/s	€/m3	€/m3	€/m3	€/m3
33	0,0218			
67	0,0335	0,0266		
100	0,0516	0,0327	0,0305	0,0313
133	0,0631	0,0409	0,0350	0,0320
167	0,0880	0,0598	0,0407	0,0329
250		0,0624	0,0585	0,0359

7. COSTE ENERGÉTICO DE LAS ALTERNATIVAS CON TARIFA EN MEDIA TENSIÓN

Las **Tablas-20** y **21** muestran un resumen de la **Tabla-24** en la que se expone el coste energético de las alternativas en Media Tensión.

Del análisis de costes energéticos en tarifa de baja tensión se desprenden las siguientes conclusiones de la **Tabla-20**

1. Para media tensión, la alternativa de elevación nocturna, tampoco resulta ser la más adecuada por el coste final que presenta para los distintos caudales. Incluso la combinación de elevación nocturna más Llano resulta ser más rentable en la mayoría de los casos.
2. Para disponer 100 L/s en el canal, (caudal mínimo deseado por la comunidad de regantes) es la alternativa de elevación durante las 24 horas la que resulta la más económica, seguida de la elevación nocturna y la elevación directa a la acequia que ronda los 50 €/ha/año.
3. Para caudales superiores a 100 L/s, la alternativa de elevación nocturna combinada con Llano comienza siendo la mejor posibilidad. Para caudales próximos a los 160 L/s la alternativa de elevación durante las 24h se presenta como la más económica junto con la alternativa de elevación directa. Para caudales superiores continúa siendo la elevación directa la más rentable. En todo caso, esta última lleva consigo la realización de obras más complejas y costosas que las alternativas de elevación al embalse.

Tabla- 20. Resumen coste €/ha/año distintas alternativas en Media Tensión

Q equivalente en la acequia	Alternativa			
	A.1	A.2	A.3	B
	ELEVACIÓN NOCTURNA	ELEVACIÓN NOCTURNA+LLANO	ELEVACIÓN 24 h	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA
L/s	€/ha/año	€/ha/año	€/ha/año	€/ha/año
33	7			
67	22	18		
100	50	83	41	52
133	98	55	62	72
167	171	109	91	92
250		264	194	149

Respecto a los costes de elevación por €/m³ siguen el mismo patrón que en el análisis realizado para los costes por hectárea tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla- 21. Resumen coste €/m3 distintas alternativas en Media Tensión

Q equivalente en la acequia	Alternativa			
	A.1	A.2	A.3	B
	ELEVACIÓN NOCTURNA	ELEVACIÓN NOCTURNA+VALLE	ELEVACIÓN 24 h	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA
L/s	€/m3	€/m3	€/m3	€/m3
33	0,0059			
67	0,0090	0,0075		
100	0,0139	0,0229	0,0113	0,0145
133	0,0204	0,0115	0,0129	0,0148
167	0,0285	0,0181	0,0150	0,0152
250		0,0587	0,0216	0,0166

8. CONCLUSIÓN

La *Comunidad de Regantes de la Acequia de Calanda de Castelserás*, debe conseguir una contratación en media tensión.

La **Tabla- 22** muestra que la relación entre los costes eléctricos en baja tensión duplica sobradamente a los de media tensión.

De manera que en el análisis de costes anuales que se realizan en el **Anejo-6**, se atenderá exclusivamente las tarifas eléctricas en media tensión.

Tabla- 22. Relación de costes Baja Tensión/Media tensión (B/T)

Q equivalente en la acequia	Alternativa			
	A.1	A.2	A.3	B
	ELEVACIÓN NOCTURNA	ELEVACIÓN NOCTURNA+VALLE	ELEVACIÓN 24 h	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA
L/s	B/T	B/T	B/T	B/T
33	3,71			
67	3,64	3,56		
100	3,72	1,42	2,68	2,17
133	3,71	3,56	2,73	2,15
167	3,71	3,29	2,70	2,15
250		2,13	2,71	2,17

Tabla- 23. Coste energético de las distintas alternativas en Baja Tensión

Alternativa		Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados	P. contratada	P. contratada	kW utilizados en el riego	h de BOMBEO en 5 meses	kW·h consumidos periodo riego	Término energía	€/año por tarifa	€/año	TOTAL €/año	ha	€/ha/año	m3 aportados	m3 aportados	€/m3	m3/ha
			h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW	€/kW/año	€/año	kW	h	kW·h	€/kWh	€/año	€/año	€/año	ha	€/ha/año	m3	m3	€/m3	m3/ha
A	ELEVACIÓN AL EMBALSE																						
A.1 ELEVACIÓN NOCTURNA	A.1.1	SV	8	50	33	80	113	53	16,2790	869	43	1.200	51.268	0,0750	3.845	3.845	4.714	180	26	216.000	216.000	0,0218	1.200
	A.1.2	SV	8	100	67	80	147	164	16,2790	2.672	131	1.200	157.557	0,0750	11.817	11.817	14.488	180	80	432.000	432.000	0,0335	2.400
	A.1.3	SV	8	150	100	80	180	379	16,2790	6.171	303	1.200	363.936	0,0750	27.295	27.295	33.467	180	186	648.000	648.000	0,0516	3.600
	A.1.4	SV	8	200	133	80	213	741	16,2790	12.070	593	1.200	711.809	0,0750	53.386	53.386	65.456	180	364	1.036.800	1.036.800	0,0631	5.760
	A.1.5	SV	8	250	167	80	247	1292	16,2790	21.035	1034	1.200	1.240.467	0,0750	93.035	93.035	114.070	180	634	1.296.000	1.296.000	0,0880	7.200
A.2 ELEVACIÓN NOCTURNA+VALLE	A.2.1	SV	8	50	67	80	147	53	16,2790	869	43	1.200	51.268	0,0750	3.845	9.326	11.499	180	64	216.000	432.000	0,0266	2.400
		V	8					53	24,4185	1.304	43	1.200	51.268	0,1069	5.481					216.000			
	A.2.2	SV	8	75	100	80	180	99	16,2790	1.604	79	1.200	94.600	0,0750	7.095	17.208	21.218	180	118	324.000	648.000	0,0327	3.600
		V	8					99	24,4185	2.406	79	1.200	94.600	0,1069	10.113					324.000			
	A.2.3	SV	8	100	133	80	213	164	16,2790	2.672	131	1.200	157.557	0,0750	11.817	28.660	35.339	180	196	432.000	864.000	0,0409	4.800
		V	8					164	24,4185	4.008	131	1.200	157.557	0,1069	16.843					432.000			
	A.2.4	SV	8	143	167	80	247	341	16,2790	5.553	273	1.200	327.446	0,0750	24.558	50.811	64.693	180	359	617.760	1.081.080	0,0598	6.006
		V	6					341	24,4185	8.329	273	900	245.584	0,1069	26.253					463.320			
	A.2.5	SV	8	150	250	No se considera aportación actual	250	379	16,2790	6.171	303	1.200	363.936	0,0750	27.295	85.652	101.081	180	562	648.000	1.620.000	0,0624	9.000
		V	12					379	24,4185	9.257	303	1.800	545.904	0,1069	58.357					972.000			
A.3 ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	SV	8	50	100	80	180	53	16,2790	869	43	1.200	51.268	0,0750	3.845	15.347	19.778	180	110	216.000	648.000	0,0305	3600
		V	12					53	24,4185	1.304	43	1.800	76.902	0,1069	8.221					324.000			
		P	4					53	42,2670	2.257	43	600	25.634	0,1280	3.281					108.000			
	A.3.2	SV	8	67	134	80	214	82	16,2790	1.337	66	1.200	78.867	0,0750	5.915	23.609	30.424	180	169	289.440	868.320	0,0350	4824
		V	12					82	24,4185	2.006	66	1.800	118.300	0,1069	12.646					434.160			
		P	4					82	42,2670	3.472	66	600	39.433	0,1280	5.047					144.720			
	A.3.3	SV	8	84	168	80	248	119	16,2790	1.945	96	1.200	114.714	0,0750	8.604	34.340	44.253	180	246	362.880	1.088.640	0,0407	6048
		V	12					119	24,4185	2.918	96	1.800	172.071	0,1069	18.394					544.320			
		P	4					119	42,2670	5.051	96	600	57.357	0,1280	7.342					181.440			
	A.3.4	SV	8	125	250	No se considera aportación actual	250	256	16,2790	4.164	205	1.200	245.587	0,0750	18.419	73.517	94.741	180	526	540.000	1.620.000	0,0585	9000
		V	12					256	24,4185	6.247	205	1.800	368.381	0,1069	39.380					810.000			
		P	4					256	42,2670	10.813	205	600	122.794	0,1280	15.718					270.000			
B	ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA																						
B.1	V	8	100	100	80	180	88	24,4185	2.146	70	1.200	84.359	0,1069	9.018	14.417	20.277	180	113	432.000	648.000	0,0313	3600	
	P	4					88	42,2670	3.714	70	600	42.180	0,1280	5.399					216.000				
B.2	V	8	134	134	80	214	121	24,4185	2.945	96	1.200	115.777	0,1069	12.377	19.786	27.829	180	155	578.880	868.320	0,0320	4824	
	P	4					121	42,2670	5.097	96	600	57.889	0,1280	7.410					289.440				
B.3	V	8	167	167	80	247	155	24,4190	3.773	124	1.200	148.338	0,1069	15.857	25.351	35.655	180	198	721.440	1.082.160	0,0329	6012	
	P	4					155	42,2670	6.531	124	600	74.169	0,1280	9.494					360.720				
B.4	V	8	250	250	No se considera aportación actual	250	252	24,4190	6.151	202	1.200	241.834	0,1069	25.852	41.329	58.128	180	323	1.080.000	1.620.000	0,0359	9000	
	P	4					252	42,2670	10.648	202	600	120.917	0,1280	15.477					540.000				

Tabla- 24. Coste energético de las distintas alternativas en Media Tensión

Alternativa		Tarifa	Horas de bombeo	Q al embalse	Q equivalente en la acequia	Q actual en la acequia	Q TOTAL en la acequia	kW contratados	P. contratada	P. contratada	kW utilizados en el riego	h de BOMBEO en 5 meses	kW-h consumidos período riego	Término energía	€/año por tarifa	€/año	TOTAL €/año	ha	€/ha/año	m3 aportados	m3 aportados	€/m3	m3/ha
			h	L/s	L/s	L/s	L/s	kW	€/kW/año	€/año	kW	h	kW-h	€/kWh	€/año	€/año	€/año	ha	€/ha/año	m3	m3	€/m3	m3/ha
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE																					
A.1 ELEVACIÓN NOCTURNA	A.1.1	V	8	50	33	80	113	53	16,2916	870	43	1.200	51.268	0,0078	400	400	1.270	180	7	216.000	216.000	0,0059	1.200
	A.1.2	V	8	100	67	80	147	164	16,2916	2.674	131	1.200	157.557	0,0078	1.230	1.230	3.904	180	22	432.000	432.000	0,0090	2.400
	A.1.3	V	8	150	100	80	180	379	16,2916	6.176	303	1.200	363.936	0,0078	2.841	2.841	9.017	180	50	648.000	648.000	0,0139	3.600
	A.1.4	V	8	200	133	80	213	741	16,2916	12.080	593	1.200	711.809	0,0078	5.556	5.556	17.635	180	98	864.000	864.000	0,0204	4.800
	A.1.5	V	8	250	167	80	247	1292	16,2916	21.051	1034	1.200	1.240.467	0,0078	9.682	9.682	30.733	180	171	1.080.000	1.080.000	0,0285	6.000
A.2 ELEVACIÓN NOCTURNA+LLANO	A.2.1	V	8	50	67	80	147	53	16,2916	870	43	1.200	51.268	0,0078	400		3.220	180	18	216.000	432.000	0,0075	2.400
		LL	8					53	24,4373	1.305	43	1.200	51.268	0,0126	645	1.045				216.000			
	A.2.2	V	8	75	100	80	180	99	16,2916	1.605	79	1.200	94.600	0,0078	738		14.865	180	83	324.000	648.000	0,0229	3.600
		LL	8					99	24,4373	2.408	79	1.200	94.600	0,1069	10.113	10.851				324.000			
	A.2.3	V	8	100	133	80	213	164	16,2916	2.674	131	1.200	157.557	0,0078	1.230		9.895	180	55	432.000	864.000	0,0115	4.800
		LL	8					164	24,4373	4.011	131	1.200	157.557	0,0126	1.981	3.211				432.000			
	A.2.4	V	8	143	167	80	247	341	16,2916	5.557	273	1.200	327.446	0,0078	2.556		19.536	180	109	617.760	1.081.080	0,0181	6.006
		LL	6					341	24,4373	8.335	273	900	245.584	0,0126	3.088	5.644				463.320			
	A.2.5	V	8	150	250	No se considera aportación actual	250	379	16,2916	6.176	303	1.200	363.936	0,0078	2.841					648.000			
		LL	10					379	24,4373	9.264	303	1.500	454.920	0,0126	5.721	9.472	47.555	180	264	810.000	810.000	0,0587	4.500
A.3 ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	P	2					379	59,7289	22.643	303	160	48.525	0,0188	910					162.000			
		V	8	50	100	80	180	53	16,2916	870	43	1.200	51.268	0,0078	400					216.000			
		LL	10					53	24,4373	1.305	43	1.500	64.085	0,0126	806	1.927	7.292	180	41	270.000	648.000	0,0113	3600
	A.3.2	P	6					53	59,7289	3.190	43	900	38.451	0,0188	721					162.000			
		V	8	67	134	80	214	82	16,2916	1.338	66	1.200	78.867	0,0078	616					289.440			
		LL	10					82	24,4373	2.008	66	1.500	98.583	0,0126	1.240	2.965	11.218	180	62	361.800	868.320	0,0129	4824
	A.3.3	P	6					82	59,7289	4.907	66	900	59.150	0,0188	1.110					217.080			
		V	8	84	168	80	248	119	16,2916	1.947	96	1.200	114.714	0,0078	895					362.880			
		LL	10					119	24,4373	2.920	96	1.500	143.392	0,0126	1.803	4.313	16.317	180	91	453.600	1.088.640	0,0150	6048
	A.3.4	P	6					119	59,7289	7.137	96	900	86.035	0,0188	1.614					272.160			
		V	8	125	250	No se considera aportación actual	250	256	16,2916	4.168	205	1.200	245.587	0,0078	1.917					540.000			
		LL	10					256	24,4373	6.252	205	1.500	306.984	0,0126	3.860	9.233	34.932	180	194	675.000	1.620.000	0,0216	9000
B	B.1	P	6					256	59,7289	15.280	205	900	184.190	0,0188	3.456					405.000			
		LL	6	100	100	80	180	88	24,4373	2.147	70	900	63.269	0,0126	796	1.983	9.379	180	52	324.000	648.000	0,0145	3600
	B.2	P	6	134	134	80	214	88	59,7289	5.249	70	900	63.269	0,0188	1.187					324.000			
		LL	6					121	24,4373	2.947	96	900	86.833	0,0126	1.092	2.721	12.872	180	72	434.160	868.320	0,0148	4824
	B.3	P	6	167	167	80	247	121	59,7289	7.203	96	900	86.833	0,0188	1.629					434.160			
		LL	6					155	24,4373	3.776	124	900	111.254	0,0126	1.399	3.486	16.492	180	92	541.080	1.082.160	0,0152	6012
	B.4	P	6	250	250	No se considera aportación actual	250	155	59,7289	9.229	124	900	111.254	0,0188	2.087					541.080			
		LL	6					252	24,4373	6.156	202	900	181.376	0,0126	2.281	5.684	26.886	180	149	810.000	1.620.000	0,0166	9000
	B.4	P	6					252	59,7289	15.046	202	900	181.376	0,0188	3.403					810.000			
		LL	6																				



ANEJO 4. DEFINICIÓN Y COSTE DE LAS OBRAS

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	REHABILITACIÓN ACTUAL TOMA DEL RÍO	2
3.	REHABILITACIÓN DE LA CASETA DE BOMBEO	3
4.	ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4
5.	OBRA DE DERIVACIÓN. TUBERÍA ACTUAL A EMBALSE	6
6.	OBRA ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA	9
7.	EQUIPOS DE BOMBEO EN LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	12
8.	INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA	14
9.	PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL	19
10.	PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	19
11.	PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	19
12.	CONCLUSIONES	20

1. OBJETO

Es objeto del presente anejo definir y valorar las diferentes actuaciones que se analizan para abastecer de un mayor caudal de agua a la *Comunidad de regantes de Castelserás* (Teruel).

2. REHABILITACIÓN ACTUAL TOMA DEL RÍO

Todas las alternativas comprenden la rehabilitación de la toma del río. La actuación comprende la limpieza de la entrada desde el punto de captación (**Fotografía-1**) hasta la caseta de bombeo mediante retroexcavadora y trabajo manual. El coste de la propuesta es el que se indica a continuación:

Tabla- 1. Precio rehabilitación toma del río

PRESUPUESTO				
ACTUACIONES TOMA DE RÍO	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Limpieza entrada y canal hasta la caseta de bombeo. Con soporte de una retroexcavadora y trabajo manual.	u	2.500,00 €	1,000	2.500,00 €
TOTAL				2.500,00 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				2.500,00 €



Fotografía- 1. Toma en el río

3. REHABILITACIÓN DE LA CASETA DE BOMBEO

Una actividad necesaria en todas las alternativas seleccionadas que consistirá en la rehabilitación de la caseta de unos 5 x 5 m (**Fotografía-2**) y mejora de los accesos a la misma.

- Saneamiento de los elementos hidráulicos y eléctricos no funcionales.
- Trabajos de albañilería para la reparación de los desperfectos identificados en los elementos constructivos de la caseta (solera, paredes y cubierta).
- Rehabilitación de los elementos de carpintería.
- Pintado interior y exterior.
- Limpieza de vegetación de los alrededores y habilitación del acceso.

La **Tabla-2** muestra el coste de la propuesta:

Tabla- 2. Precio rehabilitación toma del río

PRESUPUESTO				
ACTUACIONES CASETA DE BOMBEO	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Limpieza de vegetación de los alrededores de la caseta y acceso a la misma, con medios mecánicos y carga mecánica sobre camión	u	500,00 €	1,000	500,00 €
Rehabilitación de la obra de fábrica de la caseta de bombeo	u	3.000,00 €	1,000	3.000,00 €
TOTAL				3.500,00 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				3.500,00 €



Fotografía- 2. Caseta de bombeo

4. ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Entre las instalaciones existentes, se encuentra un transformador aéreo (**Fotorafía-3**) así como una línea eléctrica aérea hasta la caseta de bombeo. Debido al desconocimiento de las características técnicas y estado funcional de estos elementos eléctricos, la propuesta contempla su renovación.

Se estima un precio para cada una de las distintas alternativas, diferenciando entre los costes del transformador calculados en función de la potencia instalada y los costes auxiliares comunes a todas las alternativas.

Al objeto de simplificar los cálculos económicos no se ha diferenciado entre las alternativas de baja y media tensión.

1- Coste del transformador

La **Tabla-3** recoge los precios de ejecución material para la instalación de transformadores aéreos de 50 kVA, 100 kVA, 150 kVA y 200 kVA. Para potencias superiores se hace una estimación a razón de 30 €/kW.

Tabla- 3. Coste transformador

PRESUPUESTO		
TRANSFORMADOR		
DESCRIPCIÓN	Potencia	Precio
Transformador trifásico reductor de tensión (MT/BT) construido de acuerdo con UNE-EN 60076 y UNE 21428, dieléctrico aceite de acuerdo con UNE 21320, tensión asignada 24 kV, tensión primario 20 kV, tensión de salida de 420 V entre fases en vacío o de 230/420 V entre fases en vacío, frecuencia 50 Hz, grupo de conexión Dyn 11, regulación en el primario + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10%, protección propia del transformador con termómetro, para instalación interior o exterior, cuba de aletas, refrigeración natural (ONAN), conmutador de regulación maniobrable sin tensión, pasatapas MT de porcelana, pasabarras BT de porcelana, 2 terminales de tierra, dispositivo de vaciado y toma de muestras, dispositivo de llenado, placa de características y placa de seguridad e instrucciones de servicio, colocado	50 kW	3.592,21 €
	100 kW	4.436,30 €
	150 kW	5.644,08 €
	200 kW	6.021,11 €

2- Costes auxiliares

Los costes auxiliares contemplan los siguientes conceptos presupuestarios,

- Aparamenta necesaria de corte y protección en el transformador aéreo.
- Cableado hasta el cuadro eléctrico de la caseta de bombeo.
- Cuadro eléctrico general de la caseta con contadores y elementos control, aviso inalámbrico y protección.

No se valora el poste eléctrico del transformador por tratarse de un elemento ya existente.

La **Tabla-4** muestra el presupuesto calculado.

Tabla- 4. Costes auxiliares instalación eléctrica

PRESUPUESTO				
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	Unidad	Precio	Medición	Importe
Cuadro eléctrico para una potencia máxima equivalente a la del transformador, compuesto por armario de distribución IP55 con dispositivo de emergencia, tomas y los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios, analizadores de redes, comunicación inalámbrica,	u	10.000,00 €	1,000	10.000,00 €
Batería de condensadores con filtros de armónicos, elementos de protección, transformadores, etc.	u	10.000,00 €	1,000	10.000,00 €
Aparamenta eléctrica de corte y protección; acometida hasta el cuadro eléctrico, incluyendo el movimiento de tierra y elementos auxiliares como conductos corrugados, placas de señalización, etc,	u	5.000,00 €	1,000	5.000,00 €
TOTAL				25.000,00 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				25.000,00 €



Fotografía- 3. Centro de transformación actual

5. OBRA DE DERIVACIÓN. TUBERÍA ACTUAL A EMBALSE

En las alternativas en las que se plantea la opción de elevar el agua hasta el embalse utilizando la antigua tubería de abastecimiento a las poblaciones de *Torrecilla*, *La Codoñera* y *Belmonte de San José*, que pasa junto al embalse (**Anejo-1**), será necesario,

- Obras de conexión a la tubería existente.
- Construcción de un desarenador al objeto de prolongar la vida del embalse.

En primer lugar, será necesaria la realización de un injerto en la tubería actual de DN 200 mm (acero protegida con plástico) para realizar la conexión entre esta y el desarenador, de forma que permita el servicio de la antigua tubería de suministro a las poblaciones en caso de ser necesaria en el futuro.

El desarenador, dimensionado en el **Anejo-5**, consistirá en una caja de sedimentación de una longitud de 12 m, una altura de 0,5 m y un ancho de 0,9 m con la disposición que indica la **Figura-1**. Dispondrá de una rampa de acceso para su limpieza. El desagüe al embalse se realizará mediante una tubería enterrada de 500 mm que trabajará a cámara libre hasta el embalse. Para reducir la velocidad de entrada del agua al embalse será necesaria la colocación de piedras a la entrada de este.

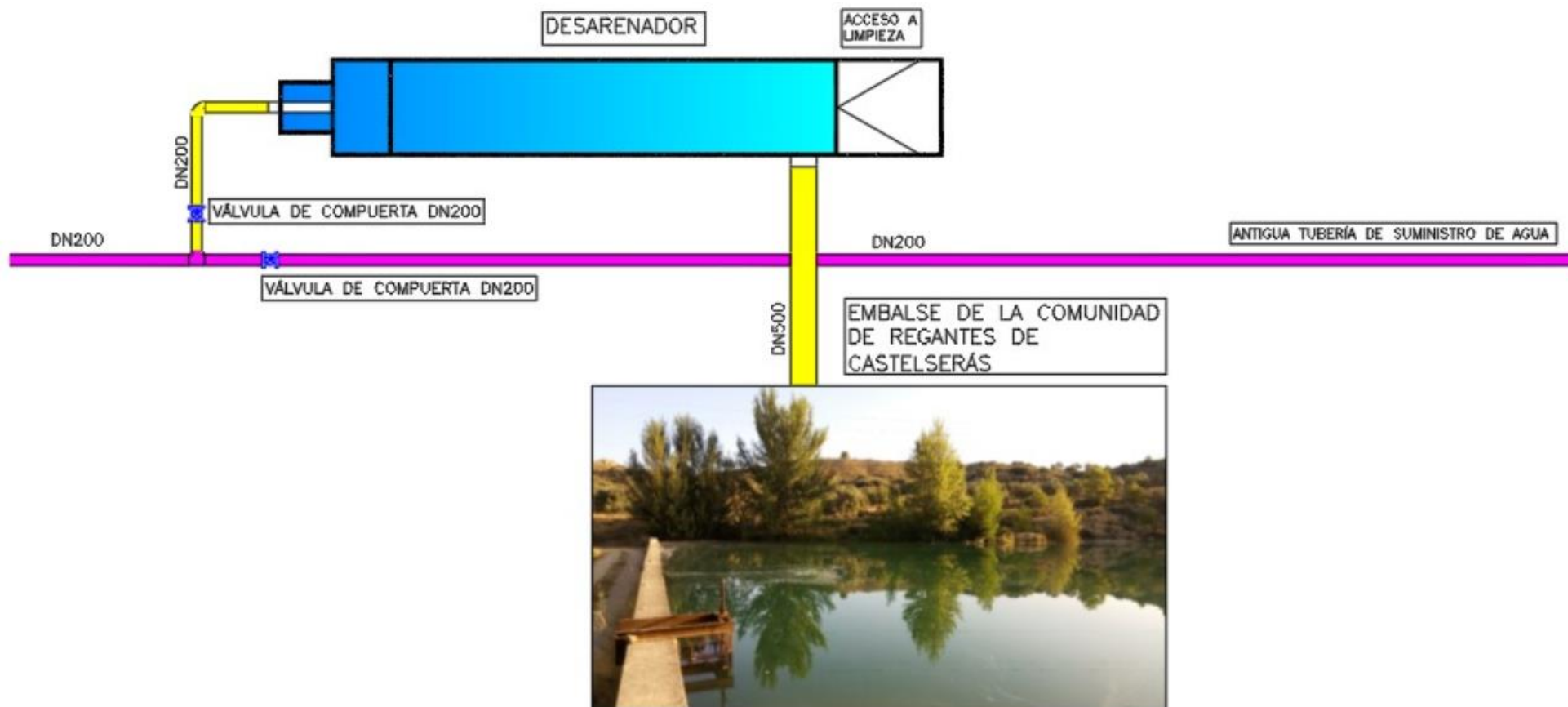


Figura- 1. Esquema hidráulico de suministro de agua al embalse

A continuación, se detalla la valoración económica de los trabajos a realizar para la instalación de la derivación de la tubería actual hasta el embalse

Tabla- 5. Obra de derivación tubería actual a embalse

PRESUPUESTO				
TRABAJOS PREVIOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Provisional de electricidad a pie de obra para su utilización por todos los industriales que participen en la obra. El suministro provisional de energía eléctrica deberá mantenerse durante todo el periodo de duración de la ejecución de la obra contratada. Será de exclusiva cuenta del contratista principal el pago de todos y cada uno de los consumos, mantenimiento y, en general, cualquier pago debido al consumo de los suministros antes especificados. Será por cuenta del contratista principal la tramitación, obtención y pago de las acometidas provisionales que se requieren para la totalidad del proyecto pero no la contratación definitiva de los mismos. La partida Incluye: Cuadros eléctricos, cuadros de tomas de corriente, cableado., Alumbrado general de la obra, alumbrados específicos...	u	500,00 €	1,000	500,00 €
Provisional de agua a pie de obra para su utilización por todos los industriales que participen en la obra. El suministro provisional de agua deberá mantenerse durante todo el periodo de duración de la ejecución de la obra contratada. Será de exclusiva cuenta del contratista principal el pago de todos y cada uno de los consumos, mantenimiento y, en general, cualquier pago debido al consumo de los suministros antes especificados. Será por cuenta del contratista principal la tramitación, obtención y pago de las acometidas provisionales que se requieren para la totalidad del proyecto pero no la contratación definitiva de los mismos.	u	350,00 €	1,000	350,00 €
TOTAL				850,00 €
MOVIMIENTO DE TIERRAS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Excavación de zanja para paso de instalaciones de 40 cm de anchura y 50 cm de profundidad, relleno y compactación con tierras seleccionadas de la propia excavación, sin piedras, con retroexcavadora	m	6,13 €	19,600	120,15 €
Relleno y compactación de zanja de ancho hasta 0,6 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de espesor de hasta 25 cm, utilizando pisón vibrante, con compactación del 95% PM	m3	19,08 €	2,800	53,42 €
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras para reutilizar en obra, con dúmper	m3	4,77 €	2,800	13,36 €
Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	m3	38,04 €	21,670	824,33 €
TOTAL				1.011,26 €
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Tubería de entrega al desarenador con tubo de polietileno de designación PE 100 de 200 mm de diámetro nominal exterior y 18,2 mm de espesor, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, según norma UNE-EN 1555-2, de color negro con bandas de color azul, soldado, con grado de dificultad mediano, utilizando accesorios de plástico y colocado en el fondo de la zanja. El precio incluye los equipos	m	116,47 €	14,000	1.630,58 €

PRESUPUESTO

y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.

Válvula de compuerta manual con bridas, de cuerpo largo, de 200 mm de diámetro nominal, de 16 bar de PN, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-500-7 (GGG50) y tapa de fundición nodular EN-GJS-500-7 (GGG50), con revestimiento de resina epoxy (250 micras), compuerta de fundición+EPDM y cerramiento de cierre elástico, eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420), con accionamiento por volante de fundición. Incluye bridas, carretes de desmontaje y elementos auxiliares para su buena ejecución.	u	669,46 €	2,000	1.338,92 €
Trabajos de oxicorte de la tubería de acero de 200 mm, acabado y preparado para la instalación de las válvulas de compuerta.	u	1.000,00 €	1,000	1.000,00 €
Ejecución del desarenador. Desarenador de las dimensiones indicadas en el Apéndice-1, de un volumen de aproximadamente 11000l, para tuberías de entrada y de salida de 200 mm de diámetro. El precio se valora sobre coste de hormigón HA-30/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, para formación de losa maciza, incluye encofrado, desencofrado, armaduras, elementos auxiliares para su buena ejecución	u	5.000,00 €	1,000	5.000,00 €
TOTAL				8.969,50 €

GESTIÓN DE RESIDUOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Carga con medios mecánicos y transporte de residuos inertes o no peligrosos (no especiales) dentro de la obra, con camión para transporte de 12 t	m3	2,78 €	11,400	31,69 €
Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según REAL DECRETO 105/2008, con medios manuales	m3	17,36 €	11,400	197,90 €
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con contenedor de 12 m3 de capacidad	m3	18,22 €	11,400	207,71 €
TOTAL				437,30 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				11.268,06 €

6. OBRA ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA

En las alternativas de elevación directa a la acequia se identifican las siguientes necesidades constructivas.

Unos trabajos previos de **movimiento de tierras** consistentes en la excavación de una zanja con una anchura en la solera suficiente para albergar la tubería a instalar a lo largo de todo el recorrido de esta, también serán necesarios los trabajos de agotamiento, rasanteo y nivelación del fondo de la excavación debiéndose prever los medios auxiliares tanto manuales como mecánicos, medios de elevación, materiales y ayudas de palettería necesarias para los trabajos.

La instalación en la zanja excavada de una **tubería de polietileno de alta densidad-100** (PEAD) de DN 350, desde la caseta de bombeo hasta la arqueta de conexión con la acequia.

El recorrido de la tubería será tal que se evite terrenos saturados y freáticos altos siempre que la topografía lo permita, de igual forma la tubería deberá instalarse por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm y de 3 cm de cualquier conducción de gas.

Para evitar acumulaciones de aire en el interior de las conducciones se instalarán dispositivos automáticos que expulsen dicho aire a la atmósfera. Con la instalación de estos accesorios se evitan los fenómenos de cavitación en los procesos de vaciado de las conducciones, depresiones acusadas que puedan provocar el colapso de las mismas, y sobrepresiones provocadas en el llenado de la red.

También será instalado un caudalímetro electromagnético para poder determinar el consumo de agua en cada momento.

Posteriormente será necesario el relleno y compactado con tierra y grava de la zanja, así como la carga y transporte a vertedero autorizado de los escombros procedentes de las actuaciones. A continuación, se detalla la valoración económica de la propuesta:

La entrega a la acequia se hará mediante una arqueta construida con hormigón que permitirá realizar el trasvase de la tubería desde la caseta de bombeo-

Tabla- 6. Precio obra elevación directa a acequia

PRESUPUESTO				
TRABAJOS PREVIOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Provisional de electricidad a pie de obra para su utilización por todos los industriales que participen en la obra. El suministro provisional de energía eléctrica deberá mantenerse durante todo el periodo de duración de la ejecución de la obra contratada. Será de exclusiva cuenta del contratista principal el pago de todos y cada uno de los consumos, mantenimiento y, en general, cualquier pago debido al consumo de los suministros antes especificados. Será por cuenta del contratista principal la tramitación, obtención y pago de las acometidas provisionales que se requieren para la totalidad del proyecto pero no la contratación definitiva de los	u	500,00 €	1,000	500,00 €

PRESUPUESTO				
TRABAJOS PREVIOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
mismos. La partida Incluye: Cuadros eléctricos, cuadros de tomas de corriente, cableado., Alumbrado general de la obra, alumbrados específicos...				
Provisional de agua a pie de obra para su utilización por todos los industriales que participen en la obra. El suministro provisional de agua deberá mantenerse durante todo el periodo de duración de la ejecución de la obra contratada. Será de exclusiva cuenta del contratista principal el pago de todos y cada uno de los consumos, mantenimiento y, en general, cualquier pago debido al consumo de los suministros antes especificados. Será por cuenta del contratista principal la tramitación, obtención y pago de las acometidas provisionales que se requieren para la totalidad del proyecto pero no la contratación definitiva de los mismos.	u	350,00 €	1,000	350,00 €
TOTAL				850,00 €

MOVIMIENTO DE TIERRAS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Excavación de zanja para paso de instalaciones de 60 cm de anchura y 100 cm de profundidad, relleno y compactación con tierras seleccionadas de la propia excavación, sin piedras, con retroexcavadora	m	9,40 €	200,000	1.880,00 €
Relleno y compactación de zanja de ancho hasta 0,6 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de espesor de hasta 25 cm, utilizando pisón vibrante, con compactación del 95% PM	m3	19,08 €	60,000	1.144,80 €
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras para reutilizar en obra, con dúmper	m3	4,77 €	60,000	286,20 €
TOTAL				3.311,00 €

INSTALACIÓN HIDRÁULICA	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Tubería de entrega al desarenador con tubo de polietileno de designación PE 100 de 355 mm de diámetro nominal exterior y 32,3 mm de espesor, de 16 bar de presión nominal, serie SDR 11, según norma UNE-EN 1555-2, de color negro con bandas de color azul, soldado, con grado de dificultad mediano, utilizando accesorios de plástico y colocado en el fondo de la zanja. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.	m	228,67 €	200,000	45.734,00 €
Elementos de control y seguridad para instalación hidráulica correspondiente a la instalación de ventosas, manómetros, valvulería y accesorios necesarios para el perfecto funcionamiento de la instalación.	u	6.860,00 €	1,000	6.860,00 €
Caudalímetro electromagnético MAG 5100W DN350 PN16 EN 1092-1. Electrodo de puesta a tierra: Hastelloy C276. Material tubo de medida: Ac inox AISI 304. Material bridas y carcasa: Ac carbono ASTM 105 recubrimiento Epoxy. Protección ambiental: IP 67 Revestimiento del tubo: Goma dura (NBR). Temperatura del medio: -10 a +70 °C. Entrada de cables: Pasacables con rosca M20 x 1,5. Provisto de sistema inteligente de identificación Sensorprom Certificado Calibración.	u	3.403,00 €	1,000	3.403,00 €
Arqueta de entrega de agua a la acequia de HA-25/B/20/IIa con tanque rompe energía y con puerta de evacuación a la acequia.	u	5.000,00 €	1,000	5.000,00 €
TOTAL				60.997,00 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				65.158,00 €

7. EQUIPOS DE BOMBEO EN LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

En todas las alternativas será necesaria la instalación de un equipo de bombeo para la elevación del caudal necesario en cada una de ellas, bien sea al embalse o directamente a la acequia.

Se selecciona una bomba sumergible de eje vertical, multicelular con motor externo de apariencia según se indica en la **Figura-2**.



Figura- 2. Bomba sumergible vertical multicelular

Se ha diferenciado entre los costes del equipo de bombeo que dependerán de la potencia del mismo, y los costes auxiliares comunes a todas las alternativas.

1- Coste equipo de bombeo

Tras un análisis de las diferentes alternativas de referencia del sector, se estima un precio de 400 €/kW para el suministro e instalación de las bombas.

El precio incluye un variador de frecuencia para el arranque y la parada del motor evitando de este modo los consumos excesivos que se producirían sin este elemento y adaptando la velocidad de la bomba a los consumos requeridos por la instalación en cada momento.

Tabla- 7. Coste bombas

PRESUPUESTO	
BOMBA	
DESCRIPCIÓN	Precio
Precio por kW de bomba centrífuga vertical multicelular sumergible, motor trifásico de 400 V con rotor de jaula de ardilla, cuerpo de acero inoxidable 14301 (AISI 304), con rodets de hélice y helicoidales, protección IP68 y aislamiento clase F, montada en arqueta. Incluye variador de frecuencia y p/p de accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.	400 €/kW

2- Costes auxiliares

Contempla las siguientes actuaciones que se valoran en la **Tabla-8**,

- Instalación hidráulica. Valvulería, elementos de control en general y trabajos de calderería para la conexión tubería/bomba.
- Automatismos y Control. Cuadro de control y maniobra de la bomba con los elementos de seguridad y monitorización inalámbrica de la bomba y señales de aviso.

Tabla- 8. Costes auxiliares instalación bomba

PRESUPUESTO				
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	Unidad	Precio	Medición	Importe
Válvula de compuerta motorizada con bridas, de cuerpo corto, de 200 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-500-7 (GGG50) y tapa de fundición nodular EN-GJS-500-7 (GGG50), con revestimiento de resina epoxy (250 micras), compuerta de fundición+EPDM y cerramiento de cierre elástico, eje de acero inoxidable 1.4021 (AISI 420), con accionamiento por motorreductor trifásico multivuelta, montada en arqueta de canalización enterrada	u	2.036,69 €	2,000	4.073,38 €
Válvula de retención de clapeta, según norma UNE-EN 12334, con bridas, de 200 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, cuerpo de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40) con recubrimiento de resina epoxy (200 micras), clapeta de fundición nodular EN-GJS-400-15 (GGG40), cerramiento de cierre elástico, montada en arqueta de canalización enterrada	u	693,52 €	1,000	693,52 €
Carrete extensible de desmontaje con bridas, con virola interior y exterior de acero inoxidable 1.4301 (AISI 304), junta de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), revestimiento de resina epoxy (150 micras), de 200 mm de diámetro nominal, de 16 bar de presión nominal, montado en arqueta de canalización enterrada	u	290,00 €	2,000	580,00 €
Manómetro para una presión < 4 bar, de esfera de 100 mm y rosca de conexión de 1/2" G, instalado	u	27,34 €	2,000	54,68 €

PRESUPUESTO				
Trabajos de calderería para la adaptación de la instalación hidráulica, conexionado de bombas y accesorios hidráulicos, con medios manuales y mecánicos.	u	2.000,00 €	1,000	2.000,00 €
TOTAL				7.401,58 €

AUTOMATISMOS Y CONTROL	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Cuadro de control compuesto de un armario metálico, que dispondrá de controladores, una protección magnetotérmica general, un trafo de 230V/24Vac, protección por fusibles para el trafo, rejilla de recirculación, bornas de paso, cableados, punteras, canaletas y material de etiquetado de cableado, bornas, pilotaje y equipos. Totalmente montado y conexionado.	u	5.800,00 €	1,000	5.800,00 €
Programador con conexión inalámbrica para el arranque del equipo de bombeo.	u	1.500,00 €	1,000	1.500,00 €
Elementos de control y monitorización de la bomba, para control del estado de bomba (arranque, paro y marcha), con aviso de avería.	u	2.800,00 €	1,000	2.800,00 €
TOTAL				10.100,00 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				17.501,58 €

8. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se contempla la opción de implementar un sistema de autoconsumo de energía eléctrica mediante la generación de esta a partir de la instalación de energía solar fotovoltaica con diferentes módulos instalados en los terrenos colindantes a la caseta de bombeo, la distancia del terreno de captación hasta la caseta es de 100 m.

En primer lugar, habrá que adquirir los terrenos colindantes a la caseta y hacer tareas de desbroce y limpieza de estos, para dejarlos preparados para la instalación de los módulos y demás accesorios necesarios para la instalación.

Seguidamente se deberá realizar trabajos de movimiento de tierras para la excavación de las zanjas necesarias para el paso del cableado eléctrico e instalaciones necesarias para la implantación de la energía fotovoltaica.

Se estima unas potencias necesarias de 70, 100 y 200 kW de instalación fotovoltaica para cubrir las demandas en cada una de las alternativas planteadas con anterioridad.

La instalación contará con todos los elementos necesarios para la generación de energía eléctrica de autoconsumo como son los módulos fotovoltaicos policristalinos, inversor,

regulador y el cableado. Se instalará un módulo prefabricado para albergar la aparamenta necesaria.

La **Figura-2** pretende ilustrar el esquema básico de la instalación con los principales componentes.

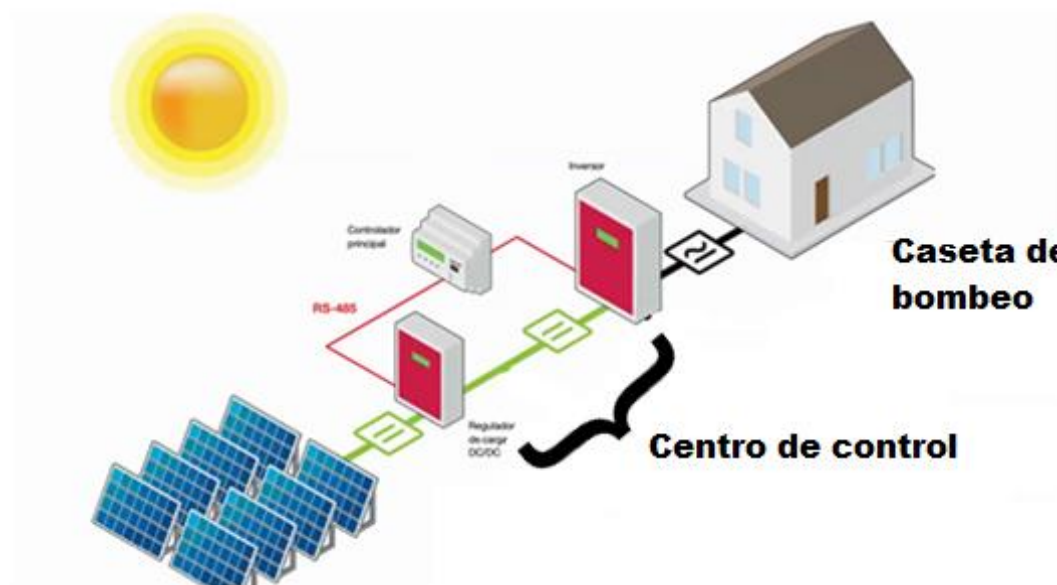


Figura- 3. Componentes básicos de la instalación fotovoltaica

Las **Tablas-9, 10 y 11** justifican el coste de ejecución material de cada una de las potencias eléctricas consideradas.

Tabla- 9. Precio instalación fotovoltaica 70 kW

PRESUPUESTO					
TRABAJOS PREVIOS		Unidad	Precio	Medición	Importe
Nº	DESCRIPCIÓN				
	Adquisición del terreno colindante a la caseta de bombeo para la instalación de módulos fotovoltaicos	ha	10.000,00 €	0,129	1.292,27 €
	Excavación de zanja para paso de instalaciones de 40 cm de anchura y 50 cm de profundidad, relleno y compactación con tierras seleccionadas de la propia excavación, sin piedras, con retroexcavadora	m	6,13 €	250,000	1.532,50 €
	Relleno y compactación de zanja de ancho hasta 0,6 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de espesor de hasta 25 cm, utilizando pisón vibrante, con compactación del 95% PM	m3	19,08 €	50,000	954,00 €

PRESUPUESTO				
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras para reutilizar en obra, con dúmper	m3	4,77 €	50,000	238,50 €
Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada autoportante de hasta 14,7 kW (hasta 20 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,9 a 1,2 m, para una altura de maleza de más de 60 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	m2	0,14 €	1.292,268	180,92 €
Recogida de maleza con medios manuales y carga sobre camión o contenedor	m2	0,18 €	1.292,268	232,61 €
Módulo prefabricado para albergar la aparamenta necesaria.	u	2.000,00 €	1,000	2.000,00 €
Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V) desde el módulo prefabricado hasta la caseta de bombeo.	m	50,00 €	100,000	5.000,00 €
TOTAL				11.430,80 €

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		Unidad	Precio	Medición	Importe
Nº	DESCRIPCIÓN				
	Inversor para instalación fotovoltaica de conexión a red, trifásico, potencia nominal de salida 70000 W, tensión nominal de entrada 230 V, rendimiento máximo de 95,5 a 96%, grado de protección IP-65, colocado	u	36.469,16 €	1,000	36.469,16 €
	Módulo fotovoltaico policristalino para instalación aislada / conexión a red con venta de excedentes, potencia de pico 340 Wp, con marco de aluminio anodizado, protección con vidrio templado, caja de conexión, precableado con conectores especiales, con una eficacia mínima del 17%, colocado con soportes sobre estructura inclinada. Incluye la totalidad de la propia estructura de apoyo de aluminio extruido para colocación con soporte sobre suelo. Garantía de producto mínima de 10 años. Incluye accesorios y pequeño material de montaje, así como la colocación y conexionado para su correcto funcionamiento.	u	349,29 €	206,000	71.953,74 €
	Regulador para instalación fotovoltaica aislada, con gama de tensiones 12/24 V, corriente máxima de carga 40 A, con grado de protección IP-22, interfaz con display gráfico, con parte proporcional de accesorios y elementos de acabado, colocado	u	147,69 €	1,000	147,69 €
	Punto de alimentación para módulos fotovoltaicos, formado por cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RZ1-K (AS). Incluye cajas de derivación y accesorios necesarios.	u	4.500,00 €	1,000	4.500,00 €
TOTAL					113.070,59 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:					124.501,39 €

Tabla- 10. Precio instalación fotovoltaica 120 kW

PRESUPUESTO				
TRABAJOS PREVIOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
Nº DESCRIPCIÓN				
Adquisición del terreno colindante a la caseta de bombeo para la instalación de módulos fotovoltaicos	ha	10.000,00 €	0,227	2.272,34 €
Excavación de zanja para paso de instalaciones de 40 cm de anchura y 50 cm de profundidad, relleno y compactación con tierras seleccionadas de la propia excavación, sin piedras, con retroexcavadora	m	6,13 €	450,000	2.758,50 €
Relleno y compactación de zanja de ancho hasta 0,6 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de	m3	19,08 €	90,000	1.717,20 €

PRESUPUESTO

espesor de hasta 25 cm, utilizando pisón vibrante, con compactación del 95% PM

Carga con medios mecánicos y transporte de tierras para reutilizar en obra, con dúmper	m3	4,77 €	90,000	429,30 €
Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada autoportante de hasta 14,7 kW (hasta 20 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,9 a 1,2 m, para una altura de maleza de más de 60 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	m2	0,14 €	2.272,336	318,13 €
Recogida de maleza con medios manuales y carga sobre camión o contenedor	m2	0,18 €	2.272,336	409,02 €
Módulo prefabricado para albergar la aparamenta necesaria.	u	2.000,00 €	1,000	2.000,00 €
Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V) desde el módulo prefabricado hasta la caseta de bombeo.	m	50,00 €	100,000	5.000,00 €
TOTAL				14.904,49 €

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

	Unidad	Precio	Medición	Importe
Inversor para instalación fotovoltaica de conexión a red, trifásico, potencia nominal de salida 120000 W, tensión nominal de entrada 230 V, rendimiento máximo de 95,5 a 96%, grado de protección IP-65, colocado	u	41.416,85 €	1,000	41.416,85 €
Módulo fotovoltaico policristalino para instalación aislada / conexión a red con venta de excedentes, potencia de pico 340 Wp, con marco de aluminio anodizado, protección con vidrio templado, caja de conexión, precableado con conectores especiales, con una eficacia mínima del 17%, colocado con soporte sobre tejado inclinado. Incluye la totalidad de la propia estructura de apoyo de aluminio extruido para colocación con soporte sobre suelo. Garantía de producto mínima de 10 años. Incluye accesorios y pequeño material de montaje, así como la colocación y conexionado para su correcto funcionamiento.	u	349,29 €	353,000	123.299,37 €
Regulador para instalación fotovoltaica aislada, con gama de tensiones 12/24 V, corriente máxima de carga 40 A, con grado de protección IP-22, interfaz con display gráfico, con parte proporcional de accesorios y elementos de acabado, colocado	u	147,69 €	1,000	147,69 €
Punto de alimentación para módulos fotovoltaicos, formado por cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RZ1-K (AS). Incluye cajas de derivación y accesorios necesarios.	u	6.000,00 €	1,000	6.000,00 €
TOTAL				170.863,91 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				185.768,40 €

Tabla- 11. Precio instalación fotovoltaica 200 kW

PRESUPUESTO				
TRABAJOS PREVIOS	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Adquisición del terreno colindante a la caseta de bombeo para la instalación de módulos fotovoltaicos	ha	10.000,00 €	0,370	3.704,57 €
Excavación de zanja para paso de instalaciones de 40 cm de anchura y 50 cm de profundidad, relleno y compactación con tierras seleccionadas de la propia excavación, sin piedras, con retroexcavadora	m	6,13 €	750,000	4.597,50 €
Relleno y compactación de zanja de ancho hasta 0,6 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de espesor de hasta 25 cm, utilizando pisón vibrante, con compactación del 95% PM	m3	19,08 €	150,000	2.862,00 €
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras para reutilizar en obra, con dúmper	m3	4,77 €	150,000	715,50 €
Desbroce de terreno con desbrozadora autopropulsada autoportante de hasta 14,7 kW (hasta 20 CV) de potencia y con una anchura de trabajo de 0,9 a 1,2 m, para una altura de maleza de más de 60 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	m2	0,14 €	3.704,569	518,64 €
Recogida de maleza con medios manuales y carga sobre camión o contenedor	m2	0,18 €	3.704,569	666,82 €
Módulo prefabricado para albergar la aparamenta necesaria.	u	2.000,00 €	1,000	2.000,00 €
Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V) desde el módulo prefabricado hasta la caseta de bombeo.	m	50,00 €	100,000	5.000,00 €
TOTAL				20.065,03 €

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Unidad	Precio	Medición	Importe
DESCRIPCIÓN				
Módulo fotovoltaico policristalino para instalación aislada / conexión a red con venta de excedentes, potencia de pico 340 Wp, con marco de aluminio anodizado, protección con vidrio templado, caja de conexión, precableado con conectores especiales, con una eficacia mínima del 17%, colocado con soporte sobre tejado inclinado. Incluye la totalidad de la propia estructura de apoyo de aluminio extruido para colocación con soporte sobre suelo. Garantía de producto mínima de 10 años. Incluye accesorios y pequeño material de montaje, así como la colocación y conexionado para su correcto funcionamiento.	u	349,29 €	600,000	209.574,00 €
Regulador para instalación fotovoltaica aislada, con gama de tensiones 12/24 V, corriente máxima de carga 40 A, con grado de protección IP-22, interfaz con display gráfico, con parte proporcional de accesorios y elementos de acabado, colocado	u	147,69 €	1,000	147,69 €
Punto de alimentación para módulos fotovoltaicos, formado por cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RZ1-K (AS). Incluye cajas de derivación y accesorios necesarios.	u	9.500,00 €	1,000	9.500,00 €
Inversor para instalación fotovoltaica de conexión a red, trifásico, potencia nominal de salida 200000 W, tensión nominal de entrada 230 V, rendimiento máximo de 95,5 a 96%, grado de protección IP-65, colocado	u	57.614,64 €	1,000	57.614,64 €
TOTAL				276.836,33 €
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:				296.901,36 €

9. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN MATERIAL

La **Tabla-12** muestra el resumen del coste estimado en las distintas alternativas contempladas. A los valores justificados en este anejo se le ha añadido un 30% por los siguientes conceptos,

- Imprevistos, un 20%
- Gastos en salud y seguridad laboral, un 2%
- Control de Calidad, un 3%
- Gestión de residuos, un 5%

Los precios finales suponen un precio de ejecución material (PEM).

10. PRESUPUESTOS DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

A los presupuestos de Ejecución Material (PEM) se le añaden los siguientes conceptos atendiendo al *artículo 131 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*. De esta forma se llega a la estimación del Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).

- Gastos Generales (GG) de la empresa contratista, 13%
- Beneficio Industrial (BI), 9%
- IVA del 21% sobre el total de PEM+GG+BI

11. PRESUPUESTOS PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Al valor de licitación de la obra (PEC) se añade un 20% de incremento para llegar al valor del presupuesto para conocimiento de la administración. El 20% se justifica por los siguientes conceptos,

- Formulación y Dirección de Obra del Proyecto, 10%
- Permisos municipales y gastos de la administración para la publicación y tramitación del expediente administrativo del Proyecto, 10%

12. CONCLUSIONES

Los resultados expresados en las **Tablas-12** y **13**, son concluyentes,

1. La mejor opción desde el punto de vista de inversión es la **alternativa A.3 con elevación al embalse y bombeo las 24 horas**. Dentro de las opciones de elevación al embalse la alternativa A.3 es con diferencia la más aconsejable, esta situación se debe al coste del equipo de bombeo. Efectivamente, bombear sólo en las horas de menor precio de la tarifa eléctrica (tarifa Valle o Valle+Llano) con caudales que cubran los objetivos (mayores de 100 L/s) requiere de equipos de bombeo muy potentes debido a las pérdidas de carga de la tubería existente con un diámetro limitado de 200 mm. Así para elevar 100 L/s en tarifa nocturna (Valle), se requiere 379,10 kW; mientras que el mismo caudal elevado en 24 horas (tarifa Valle+Llano+Punta) necesita una bomba de 53,40 kW.
2. Las opciones de elevación directa a la acequia también quedan descartadas. Como muestra la **Tabla-12**, las diferencias de inversión para un mismo caudal son significativas. También lo es que a medida que aumenta el caudal, las diferencias se hacen más pequeñas. El motivo es el mismo que el indicado en el punto anterior: la limitación del diámetro de la tubería de impulsión a 200 mm para las alternativas A3 supone elevadas pérdidas de carga cuando se requiere mayores caudales que repercute en un incremento significativo de la potencia de la bomba necesaria.

Tabla- 12. Comparación costes PEC entre alternativas de elevación 24 horas al embalse (A3) y la elevación directa al canal (B).

Q la acequia	ELEVACIÓN AL EMBALSE		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA		Diferencia	
L/s	Alternativa	€	Alternativa	€	€	%
100	A3.1	162.589,66 €	B1	294.087,44 €	131.497,78 €	83%
134	A3.2	186.277,43 €	B2	321.527,27 €	135.249,84 €	73%
168	A3.3	217.259,08 €	B3	347.563,28 €	130.304,20 €	60%
250	A3.4	322.629,98 €	B4	423.047,10 €	100.417,11 €	31%

3. Las alternativas de elevación con energía fotovoltaica (Alternativas C) tampoco parece que vayan a tener muchas opciones. Como muestra la **Tabla-13**, las diferencias de inversión entre la opción de bombeo de 24 horas al embalse y cualquiera de las alternativas con energía fotovoltaica, son más que significativas.

Tabla- 13. Comparación costes PEC entre alternativas de elevación 24 horas al embalse (A3) y la elevación con energía fotovoltaica (C)

Q la acequia	ELEVACIÓN AL EMBALSE		ELEVACIÓN FOTOVOLTAICA		Diferencia	
	L/s	Alternativa €	Alternativa €		€	%
100	A3.1	162.589,66 €	C1	368.127,67 €	205.538,01 €	126%
134	A3.2	186.277,43 €				
168	A3.3	217.259,08 €	C2	632.365,00 €	415.105,92 €	191%
250	A3.4	322.629,98 €	C3	906.167,58 €	583.537,60 €	181%

Tabla- 14. Coste de la inversión de las alternativas presupuesto de ejecución material (PEM)

ALTERNATIVA		OBRA		REHABILITACIÓN ACTUAL TOMA DEL RÍO	REHABILITACIÓN DE LA CASETA DE BOMBEO	ADAPTACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		OBRA DE DERIVACIÓN TUBERÍA ACTUAL A EMBALSE	OBRA ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA	EQUIPOS DE BOMBEO EN LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS		INSTALACIÓN FOTOVOLTAÍCA	INVERSIÓN EN OBRA CIVIL	INVERSIÓN EN INSTALAICONES	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)
		kW	Q a la acequia (L/s)	Coste total €	Coste total €	Costes auxiliares €	Coste transformador €	Coste total €	Coste total €	Costes auxiliares €	Coste bomba €	Coste total €	Coste total €	Coste total €	
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	1,3*(1+2+5+6)	1,3*(3+4+7+8+9)	
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE													
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	53	33	2.500,00	3.500,00	25.000,00	3.592,21	11.268,06		17.501,58	21.361,74		22.448,48	87.692,19	110.140,67 €
	A.1.2	164	67	2.500,00	3.500,00	25.000,00	5.644,08	11.268,06		17.501,58	65.648,57		22.448,48	147.932,50	170.380,98 €
	A.1.3	379	100	2.500,00	3.500,00	25.000,00	11.373,00	11.268,06		17.501,58	151.640,06		22.448,48	267.169,04	289.617,51 €
	A.1.4	741	133	2.500,00	3.500,00	25.000,00	22.244,03	11.268,06		17.501,58	296.587,10		22.448,48	469.732,53	492.181,01 €
	A.1.5	1.292	167	2.500,00	3.500,00	25.000,00	38.764,58	11.268,06		17.501,58	516.861,12		22.448,48	777.565,47	800.013,95 €
A.2 ELEVACIÓN VALLE+ LLANO	A.2.1	53	67	2.500,00	3.500,00	25.000,00	3.592,21	11.268,06		17.501,58	21.361,74		22.448,48	87.692,19	110.140,67 €
	A.2.2	99	100	2.500,00	3.500,00	25.000,00	4.436,30	11.268,06		17.501,58	39.416,70		22.448,48	112.260,96	134.709,44 €
	A.2.3	164	133	2.500,00	3.500,00	25.000,00	5.644,08	11.268,06		17.501,58	65.648,57		22.448,48	147.932,50	170.380,98 €
	A.2.4	341	167	2.500,00	3.500,00	25.000,00	10.232,68	11.268,06		17.501,58	136.435,76		22.448,48	245.921,03	268.369,51 €
	A.2.5	379	250	2.500,00	3.500,00	25.000,00	11.373,00	11.268,06		17.501,58	151.640,06		22.448,48	267.169,04	289.617,51 €
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	2.500,00	3.500,00	25.000,00	3.592,21	11.268,06		17.501,58	21.361,74		22.448,48	87.692,19	110.140,67 €
	A.3.2	82	134	2.500,00	3.500,00	25.000,00	4.436,30	11.268,06		17.501,58	32.861,08		22.448,48	103.738,65	126.187,12 €
	A.3.3	119	168	2.500,00	3.500,00	25.000,00	5.644,08	11.268,06		17.501,58	47.797,48		22.448,48	124.726,08	147.174,56 €
	A.3.4	256	250	2.500,00	3.500,00	25.000,00	6.021,11	11.268,06		17.501,58	102.328,01		22.448,48	196.105,91	218.554,39 €
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA													
B.1		88	100	2.500,00	3.500,00	25.000,00	4.436,30		65.158,00	17.501,58	35.149,69		92.505,40	106.713,84	199.219,24 €
B.2		121	134	2.500,00	3.500,00	25.000,00	5.644,08		65.158,00	17.501,58	48.240,49		92.505,40	125.301,99	217.807,39 €
B.3		155	167	2.500,00	3.500,00	25.000,00	5.644,08		65.158,00	17.501,58	61.807,55		92.505,40	142.939,17	235.444,57 €
B.4		252	250	2.500,00	3.500,00	25.000,00	6.021,11		65.158,00	17.501,58	100.764,27		92.505,40	194.073,04	286.578,44 €
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTAÍCA													
Elevación al embalse	C.1	70	100	2.500,00	3.500,00		4.436,30	11.268,06		17.501,58	28.119,75	124.501,39	22.448,48	226.926,72	249.375,20 €
Elevación directa a la acequia	C.2	124	167	2.500,00	3.500,00		5.644,08		65.158,00	17.501,58	49.446,04	185.768,40	92.505,40	335.868,12	428.373,52 €
Elevación directa a la acequia	C.3	202	250	2.500,00	3.500,00		6.021,11		65.158,00	17.501,58	80.611,41	296.901,36	92.505,40	521.346,10	613.851,50 €

Tabla- 15. Coste de la inversión de las alternativas presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

ALTERNATIVA		INVERSIÓN EN OBRA CIVIL	INVERSIÓN EN INSTALACIONES	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	GASTOS GENERALES (13%) + BENEFICIO INDUSTRIAL (9%) DE INVERSIÓN EN OBRA CIVIL		PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) EN INVERSIÓN EN OBRA CIVIL	GASTOS GENERALES (13%) + BENEFICIO INDUSTRIAL (9%) DE INVERSIÓN EN INSTALACIONES		PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) EN INSTALACIONES	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	FORMULACIÓN Y DIRECCIÓN DEL PROYECTO	LICENCIAS DE OBRA Y GASTOS DE LA ADMINISTRACIÓN	PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN
		Coste total €	Coste total €		22,00%	21,00%		22,00%	21,00%			10,00%	10,00%	
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE												
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	22.448,48	87.692,19	110.140,67 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	19.292,28 €	22.466,74 €	129.451,22 €	162.589,66 €	16.258,97 €	16.258,97 €	195.107,59 €
	A.1.2	22.448,48	147.932,50	170.380,98 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	32.545,15 €	37.900,31 €	218.377,96 €	251.516,41 €	25.151,64 €	25.151,64 €	301.819,69 €
	A.1.3	22.448,48	267.169,04	289.617,51 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	58.777,19 €	68.448,71 €	394.394,93 €	427.533,37 €	42.753,34 €	42.753,34 €	513.040,05 €
	A.1.4	22.448,48	469.732,53	492.181,01 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	103.341,16 €	120.345,47 €	693.419,16 €	726.557,60 €	72.655,76 €	72.655,76 €	871.869,12 €
	A.1.5	22.448,48	777.565,47	800.013,95 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	171.064,40 €	199.212,27 €	1.147.842,15 €	1.180.980,59 €	118.098,06 €	118.098,06 €	1.417.176,71 €
A.2 ELEVACIÓN VALLE+LLANO	A.2.1	22.448,48	87.692,19	110.140,67 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	19.292,28 €	22.466,74 €	129.451,22 €	162.589,66 €	16.258,97 €	16.258,97 €	195.107,59 €
	A.2.2	22.448,48	112.260,96	134.709,44 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	24.697,41 €	28.761,26 €	165.719,63 €	198.858,07 €	19.885,81 €	19.885,81 €	238.629,68 €
	A.2.3	22.448,48	147.932,50	170.380,98 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	32.545,15 €	37.900,31 €	218.377,96 €	251.516,41 €	25.151,64 €	25.151,64 €	301.819,69 €
	A.2.4	22.448,48	245.921,03	268.369,51 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	54.102,63 €	63.004,97 €	363.028,62 €	396.167,07 €	39.616,71 €	39.616,71 €	475.400,48 €
	A.2.5	22.448,48	267.169,04	289.617,51 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	58.777,19 €	68.448,71 €	394.394,93 €	427.533,37 €	42.753,34 €	42.753,34 €	513.040,05 €
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	22.448,48	87.692,19	110.140,67 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	19.292,28 €	22.466,74 €	129.451,22 €	162.589,66 €	16.258,97 €	16.258,97 €	195.107,59 €
	A.3.2	22.448,48	103.738,65	126.187,12 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	22.822,50 €	26.577,84 €	153.138,99 €	186.277,43 €	18.627,74 €	18.627,74 €	223.532,92 €
	A.3.3	22.448,48	124.726,08	147.174,56 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	27.439,74 €	31.954,82 €	184.120,64 €	217.259,08 €	21.725,91 €	21.725,91 €	260.710,90 €
	A.3.4	22.448,48	196.105,91	218.554,39 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	43.143,30 €	50.242,33 €	289.491,54 €	322.629,98 €	32.263,00 €	32.263,00 €	387.155,98 €
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA												
B.1	B.1	92.505,40	106.713,84	199.219,24 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	23.477,05 €	27.340,09 €	157.530,97 €	294.087,44 €	29.408,74 €	29.408,74 €	352.904,93 €
	B.2	92.505,40	125.301,99	217.807,39 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	27.566,44 €	32.102,37 €	184.970,80 €	321.527,27 €	32.152,73 €	32.152,73 €	385.832,72 €
	B.3	92.505,40	142.939,17	235.444,57 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	31.446,62 €	36.621,02 €	211.006,80 €	347.563,28 €	34.756,33 €	34.756,33 €	417.075,93 €
	B.4	92.505,40	194.073,04	286.578,44 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	42.696,07 €	49.721,51 €	286.490,63 €	423.047,10 €	42.304,71 €	42.304,71 €	507.656,52 €
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTAICA												
Elevación al Embalse	C.1	22.448,48	226.926,72	249.375,20 €	4.938,67 €	5.751,30 €	33.138,44 €	49.923,88 €	58.138,63 €	334.989,23 €	368.127,67 €	36.812,77 €	36.812,77 €	441.753,21 €
Elevación directa a la acequia	C.2	92.505,40	335.868,12	428.373,52 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	73.890,99 €	86.049,41 €	495.808,52 €	632.365,00 €	63.236,50 €	63.236,50 €	758.837,99 €
Elevación directa a la acequia	C.3	92.505,40	521.346,10	613.851,50 €	20.351,19 €	23.699,88 €	136.556,47 €	114.696,14 €	133.568,87 €	769.611,11 €	906.167,58 €	90.616,76 €	90.616,76 €	1.087.401,10 €



ANEJO 5. DISEÑO BÁSICO DEL DESARENADOR

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	DEFINICIÓN	2
3.	ELEMENTOS DE UN DESARENADOR	3
4.	DISEÑO BÁSICO DEL DESARENADOR	4
5.	DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	7

1. OBJETO

El objetivo del presente anejo es detallar y justificar el diseño de un desarenador con las dimensiones necesarias para atender un caudal de 150 L/s. La obra forma parte de las alternativas de bombeo hacia el embalse.

2. DEFINICIÓN

Un desarenador es una estructura hidráulica que tiene como función provocar la decantación de partículas de cierto tamaño que contiene un flujo de agua. Se diseña para retener las partículas que transportan las aguas hacia el embalse al objeto de disminuir el mantenimiento del mismo por fenómenos de colmatación.

Su funcionamiento consiste en reducir la velocidad del agua y crear un flujo laminar que facilite la decantación de las partículas al fondo del desarenador. Se garantiza la retirada de las partículas sólidas (purga) mediante la construcción de una rampa de mantenimiento con acceso a maquinaria tipo “mini”.

Los desarenadores pueden clasificarse según tres criterios:

1. Según a su operación:

- Desarenadores de purga continua, en estos se engloban las estructuras diseñadas para que las partículas depositadas sean inmediatamente desechadas y evacuadas.
- Desarenadores de purga intermitentes, en esta clasificación se engloban las estructuras que están preparadas para almacenar temporalmente las partículas en la nave de desarenación, para ser desechados con posterioridad mediante tareas de purga que se realizan de manera periódica.

2. Según la velocidad de escurrimiento:

- De baja velocidad, la velocidad media de la corriente en el desarenador es de entre 0.20 y 0.60 m/s. Son efectivos para la decantación de partículas finas.

- De alta velocidad, la velocidad media de la corriente en el desarenador es de entre 0.60 y 1.50 m/s. Están indicados para sedimentar partículas gruesas y medianas.
3. Según la disposición de las cámaras de desarenación:
- En serie, formadas por más de un depósito contruidos uno tras otro.
 - En paralelo, formadas por más de un depósito contruidos de manera paralela con la finalidad de operar con una fracción del caudal total.

El diseño propuesto para el presente proyecto es de un desarenador de purga intermitente que permitirá la entrada de la maquinaria necesaria para la retirada de los sólidos sedimentados y además contará con una única cámara de desarenación puesto que los caudales a tratar lo permiten.

3. ELEMENTOS DE UN DESARENADOR

Todos los desarenadores comparten los elementos básicos que a continuación se detallan:

1. Transición de entrada: es la zona que une la nave de desarenación con el canal de entrada de agua.
2. Cámara de sedimentación: es la nave en la que las partículas sólidas decantan como consecuencia de la disminución de la velocidad del agua que se produce por el incremento de la sección transversal.
3. Vertedero: este se construye al final de la cámara de desarenación por el cual fluye el agua limpia hacia la tubería de conducción, en este caso hacia el embalse.
4. Sistema de purga: esta tiene la función de desalojar los materiales depositados en el fondo del desarenador. Para facilitar el movimiento de los materiales depositados en el fondo del desarenador se construye con una pendiente de entre el 2% y el 6 %.

4. DISEÑO BÁSICO DEL DESARENADOR

En este apartado se procederá al cálculo de las dimensiones de la cámara de desarenación. Éste es el módulo del desarenador en la que las partículas sólidas decantan a causa de la disminución de la velocidad de flujo. En el diseño de la cámara se tienen en cuenta los siguientes factores:

- **Caudal de diseño.** El caudal considerado para el diseño del desarenador es de 150 L/s, puesto que caudales mayores corresponderían a pérdidas de carga muy elevadas tal y como se muestra en el **Anejo 3** durante la definición de las distintas alternativas objeto de estudio.
- **Diámetro de diseño del desarenador:** Éste se selecciona de modo que se garantice que toda partícula mayor o igual al diámetro de diseño adoptado quede retenida de manera efectiva por la nave de desarenación. El diámetro de diseño seleccionado es **d=0.1 mm**, que corresponde al diámetro de las partículas de arena fina (USDA).
- **Velocidad de flujo en el desarenador (V):** La velocidad media de flujo que debe fijarse en el desarenador para asegurar la decantación de las partículas sólidas viene dada por:

$$V\left(\frac{cm}{s}\right) = a\sqrt{d(mm)}$$

Los valores de “a” dependen del diámetro de diseño:

d>1 mm	a=36
0.1<d<1 mm	a=44
d<0.1 mm	a=51

Por lo tanto,

$$V\left(\frac{cm}{s}\right) = 51\sqrt{0,1} = 16,13 \text{ cm/s}$$

Una vez conocido el caudal que circulará por la nave de desarenación y definida la velocidad de flujo, el área que debe tener la sección flujo viene definida por:

$$A = \frac{Q}{V} = \left(\frac{0,15 \frac{m^3}{s}}{0,16 \frac{m}{s}} \right) = 0,93 m^2$$

Además, suponiendo una altura del desarenador de 0,5 metros obtenemos que la anchura del desarenador se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A = B * H$$

$$B = \left(\frac{A}{H} \right) = \frac{0,93}{0,5} = 1,86 m$$

Donde:

- V Velocidad media de flujo en el desarenador (m/s)
- A Área de la sección del flujo (m²)
- Q Caudal (150 L/s, máximo que se aportará al embalse) (L/s)
- B Anchura del desarenador (m)
- H Altura del desarenador (m)

- **Longitud del desarenador:** La longitud que debe tener el desarenador para garantizar la decantación de las partículas de diseño o las particular de tamaño mayor, viene definida por:

$$L(m) = \frac{V \left(\frac{m}{s} \right) H(m)}{w \left(\frac{m}{s} \right)}$$

Donde:

- V Velocidad media de flujo en el desarenador (m/s)
- H Altura útil del desarenador (m)
- w Velocidad de sedimentación (m/s)

La velocidad de sedimentación puede determinarse a partir de la aplicación de distintos métodos de cálculo, para el cálculo del presente se ha utilizado *la tabla de Arkangelski*¹ que proporciona directamente el valor estimado de velocidad de sedimentación a partir del tamaño de partícula:

Tabla- 1. Tabla de Arkangelski para la determinación de la velocidad de sedimentación

d (mm)	w (cm/s)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320
0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	8.070
1.00	9.44
2.00	15.29
3.00	19.25
5.00	24.90

Por lo tanto:

$$L(m) = \frac{0,16 * 0,5}{0,00692} = 11,65 \text{ m}$$

En resumen; el desarenador se ajustará a las siguientes dimensiones:

- Altura del desarenador H (m): 0,5
- Ancho del desarenador B (m): 1,9
- Longitud del desarenador L (m): 12

¹ Villón, Máximo., (2003). *Diseño de estructuras hidráulicas*. Lima, Perú. Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

5. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

A continuación se muestra la planta y sección del desarenador calculado:

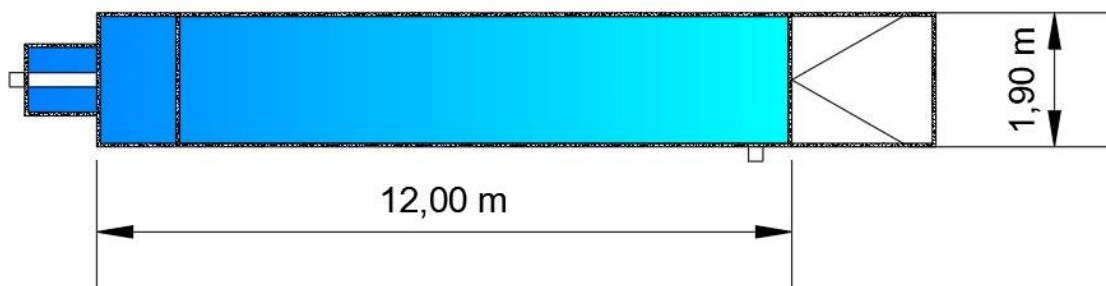


Figura- 1. Diseño del desarenador. Planta

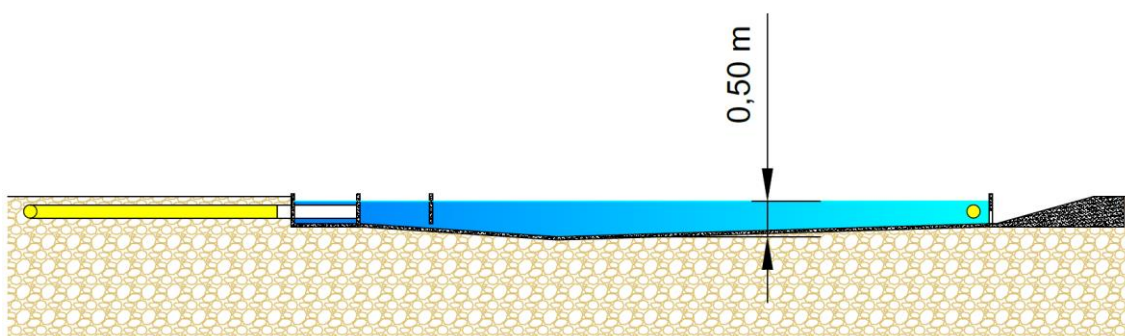


Figura- 2. Diseño del desarenador. Sección

ANEJO 6. COSTES TOTALES

ÍNDICE

1.	OBJETO	2
2.	INVERSIONES	2
3.	COSTES DE AMORTIZACIÓN	4
4.	COSTES DE MANTENIMIENTO	4
5.	COSTES DE OPERACIÓN	5
6.	COSTE ENERGÉTICO	5
7.	AMORTIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS	5
8.	CONCLUSIONES	6

1. OBJETO

Es objeto de este anejo determinar las alternativas con mayor viabilidad en base a sus costes anuales. Se analizan todas las alternativas inicialmente consideradas a pesar de que muchas de ellas se podrían haber abandonado una vez valorados los presupuestos en el **Anejo 4**.

El anejo incluye una sencilla estimación de amortización de las alternativas fotovoltaicas respecto a la alternativa con más opciones para su ejecución.

2. INVERSIONES

Las inversiones realizadas en cada una de las alternativas se justifican en el en el **Anejo 4** y se resume en la **Tabla-1**.

El análisis de costes se basa en los precios de Ejecución por Contrata (PEC), lo que puede ser discutible para el cálculo de los costes de mantenimiento. Y en el mismo sentido, también debe entenderse que no se han considerado numerosas subvenciones que suelen atender estas iniciativas comunitarias.

Las distintas alternativas A.1 y A.2 de elevación directa al embalse en tarifa Valle (nocturna) y Valle+Llano respectivamente, se podría eliminar en su conjunto del análisis de costes puesto que el precio de los equipos de bombeo invalida técnicamente y económicamente la propuesta. Tiene valores iguales o superiores al resto de las alternativas sin mejoras de caudal elevado.

Parece claro que únicamente la **alternativa A.3** de elevación al embalse utilizando todas las tarifas (Valle+Llano+Punta) resulta interesante para los caudales que satisfagan las necesidades de los promotores. El hecho de poder utilizar las infraestructuras existentes (antigua tubería de elevación a las poblaciones, así como el transformador y la instalación de media tensión) abarata significativamente las obras necesarias.

Por el contrario, **las alternativas B** de elevación directa a la acequia, presentan unos presupuestos elevados por tener que asumir la construcción de un nuevo tramo de tubería hasta la acequia. Se mantiene en análisis ya que la Comunidad de Regantes no tiene clara

la concesión o usufructo de las instalaciones existentes que podrían utilizarse en el caso de la alternativa A.3.

Por último, es importante mantener los costes de **la Alternativa C** con energía fotovoltaica. A pesar de que los presupuestos son significativamente más elevados que el resto de las alternativas, existen numerosas y cuantiosas subvenciones que podrían ponerse en juego en el momento de la toma de decisiones. En concreto, la **alternativa C1**, que compartiría las infraestructuras existentes con la generación de energía fotovoltaica, presenta unos presupuestos atractivos y competitivos con las alternativas B.

Tabla- 1. Presupuesto de ejecución material (PEM) y presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

ALTERNATIVA		kW	Q a la acequia	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE			
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	53	33	110.140,67 €	162.589,66 €
	A.1.2	164	67	170.380,98 €	251.516,41 €
	A.1.3	379	100	289.617,51 €	427.533,37 €
	A.1.4	741	133	492.181,01 €	726.557,60 €
	A.1.5	1.292	167	800.013,95 €	1.180.980,59 €
A.2 ELEVACIÓN VALLE+LLANO	A.2.1	53	67	110.140,67 €	162.589,66 €
	A.2.2	99	100	134.709,44 €	198.858,07 €
	A.2.3	164	133	170.380,98 €	251.516,41 €
	A.2.4	341	167	268.369,51 €	396.167,07 €
	A.2.5	379	250	289.617,51 €	427.533,37 €
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	110.140,67 €	162.589,66 €
	A.3.2	82	134	126.187,12 €	186.277,43 €
	A.3.3	119	168	147.174,56 €	217.259,08 €
	A.3.4	256	250	218.554,39 €	322.629,98 €
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA			
B.1		88	100	199.219,24 €	294.087,44 €
B.2		121	134	217.807,39 €	321.527,27 €
B.3		155	167	235.444,57 €	347.563,28 €
B.4		252	250	286.578,44 €	423.047,10 €
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTÁICA			
Elevación al Embalse	C.1	70	100	249.375,20 €	368.127,67 €
Elevación directa a la acequia	C.2	124	167	428.373,52 €	632.365,00 €
Elevación directa a la acequia	C.3	202	250	613.851,50 €	906.167,58 €

3. COSTES DE AMORTIZACIÓN

Los costes de amortización se han calculado diferenciando las inversiones de obra civil e instalaciones.

- Obra civil, amortización a 30 años
- Instalaciones, amortización en 15 años

El incluir los costes de amortización en una obra promovida por una entidad de carácter público (las comunidades de regantes son entidades de carácter público según sentencia del Tribunal Supremo de 1 de febrero de 2011) puede ser discutible, ya que la gran mayoría de iniciativas de este tipo son fuertemente financiadas por las administraciones.

Sin embargo, no es menos cierto que las comunidades de regantes acaban pagando unas cuotas (muy reducidas) en concepto de amortización durante largos periodos de tiempo. De manera que parece lógico que la *Comunidad de Regantes de Castelserás*, como promotora de esta iniciativa, conozca el coste de amortización independientemente de las subvenciones que puedan conseguir.

4. COSTES DE MANTENIMIENTO

Los costes de mantenimiento varían en función de la edad de las inversiones y de la tipología de las mismas. Con criterios de simplificar los cálculos, se ha considerado una tasa constante durante las vidas útiles de las inversiones, con los siguientes valores,

- Obra civil, 3% anual
- Instalaciones, 5% anual

5. COSTES DE OPERACIÓN

No se han tenido en cuenta atendiendo a la situación presente en la que ya existe un responsable de vigilancia y gestión de las actuales infraestructuras quien asumiría las nuevas responsabilidades sin un mayor coste añadido.

6. COSTE ENERGÉTICO

El cálculo de los costes energéticos se justifica en el **Anejo 3**. Para la realización de los costes totales del presente anejo únicamente se barajan los derivados de **las tarifas de Media Tensión** (Punta, Valle y Llano) pues los costes económicos son considerablemente menores que los correspondientes a la tarifa de Bata Tensión y, por lo tanto, mucho más interesantes a la hora de implantar cualquiera de las alternativas. La **Tabla-4** plasma el coste energético anual de cada una de las alternativas, además del coste anual por hectárea.

7. AMORTIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS FOTOVOLTAICAS

Como puede apreciarse del análisis de la **Tabla- 2**, la alternativa con energía fotovoltaica no supone, ni mucho menos, una mejora en los costes. Al contrario, las fuertes inversiones que supone la instalación fotovoltaica dificultan su amortización en base al ahorro energético.

Efectivamente si comparamos estas inversiones con las más económicas que aprovechan las instalaciones hidráulicas existentes (A.3.1 y A.3.3) las amortizaciones se extenderían por 34 y 31 años respectivamente.

Si se comparan con las alternativas B, que solo utilizan la instalación existente de media tensión, las diferencias bajan pero no de forma significativa. Frente a la B1 se amortizaría solo en 9 años porque la alternativa C1 no tiene los costes que tiene la alternativa B1 de construcción de una nueva tubería. En el momento que se igualan las infraestructuras necesarias (C2 y C3 requieren las mismas infraestructuras que las B3 y B4 respectivamente), las diferencias se ponen en los 34 y 22 años respectivamente.

Lógicamente, **las alternativas fotovoltaicas no pueden competir con una instalación de media tensión existente.**

Tabla- 2 Análisis de amortización de las alternativas fotovoltaicas con relación al resto de las alternativas más competitivas

Q la acequia	INVERSIÓN		INVERSIÓN FOTOVOLTAICA		Diferencia	Ahorro energético Anual	Amortización Años
	Alternati va	Anejo 4 €	Alternati va	Anejo 4 €			
100	A3.1	195.107,59 €	C1	441.753,21 €	246.645,61 €	7.292	34
167	A3.3	260.710,90 €	C2	758.837,99 €	498.127,10 €	16.317	31
100	B.1	352.904,93 €	C1	441.753,21 €	88.848,27 €	9.379	9
167	B.3	417.075,93 €	C2	758.837,99 €	341.762,06 €	16.492	34
250	B.4	507.656,52 €	C3	1.087.401,10 €	579.744,58 €	26.886	22

8. CONCLUSIONES

Únicamente se analizan las alternativas que se consideran con mayor posibilidad de llevarse a término y las alternativas con energías fotovoltaicas debido a la incerteza en el momento que se redacta el estudio, en cuanto a la disponibilidad efectiva de las infraestructuras abandonadas existentes, ya sea total o parcialmente. La **Tabla-3** resume los costes de estas alternativas.

En la distribución de costes es relevante el peso significativo que tiene **el coste energético**, entre un 30% y un 50%. Porcentaje que aumenta, lógicamente, en la medida que se exigen mayores caudales de elevación.

Sin embargo, el elevado coste que supone la tarifa eléctrica, no se traduce en una competitividad por parte de la elevación con generación fotovoltaica. A igualdad de caudales, la energía fotovoltaica no resulta competitiva en ningún caso. Evidentemente pesa mucho el ahorro en el transporte eléctrico por parte de las alternativas que se conectan a la red al utilizar la infraestructura existente.

Los **costes de amortización y mantenimiento** de las alternativas A y B lógicamente aumentan en la medida que lo hace el caudal elevado, aunque disminuye, no de forma significativa, la participación porcentual en los costes totales al aumentar los caudales. Las inversiones de elevación con energía fotovoltaica se comportan de igual manera, pero con una participación porcentual constante, independiente de los caudales elevados ya que las inversiones han sido calculadas con precios proporcionales a los caudales elevados.

Actualmente, los regantes pagan una cuota anual de 151 €/ha, de manera que una cuota extra de más de 100 €/año por las nuevas infraestructuras, difícilmente será aceptada.

Lo cierto es que, independientemente de esta consideración, el promotor debe intentar el uso de las infraestructuras existentes, y con esta premisa, **la alternativa A.3.1 es, con diferencia, la más aconsejable.**

En la medida que se consigan subvenciones del 100% de las inversiones o incrementar los años de amortización en plazos próximos a los 50 años, lo que haría desaparecer o disminuir significativamente los costes de amortización, podrían entrar en consideración otras alternativas con costes por hectárea próximos a los 100 €/ha,

- La alternativa A3.2 de elevación al embalse, se situaría en unos 110 €/ha
- La alternativa B1 de elevación directa a la acequia, tendría unos costes de 119 €/ha.
- La alternativa C1, de elevación al embalse con energía fotovoltaica, sólo tendría unos costes de 98 €/ha

Sin cambio en los condicionantes actuales, el resto de las alternativas, no son aconsejables.

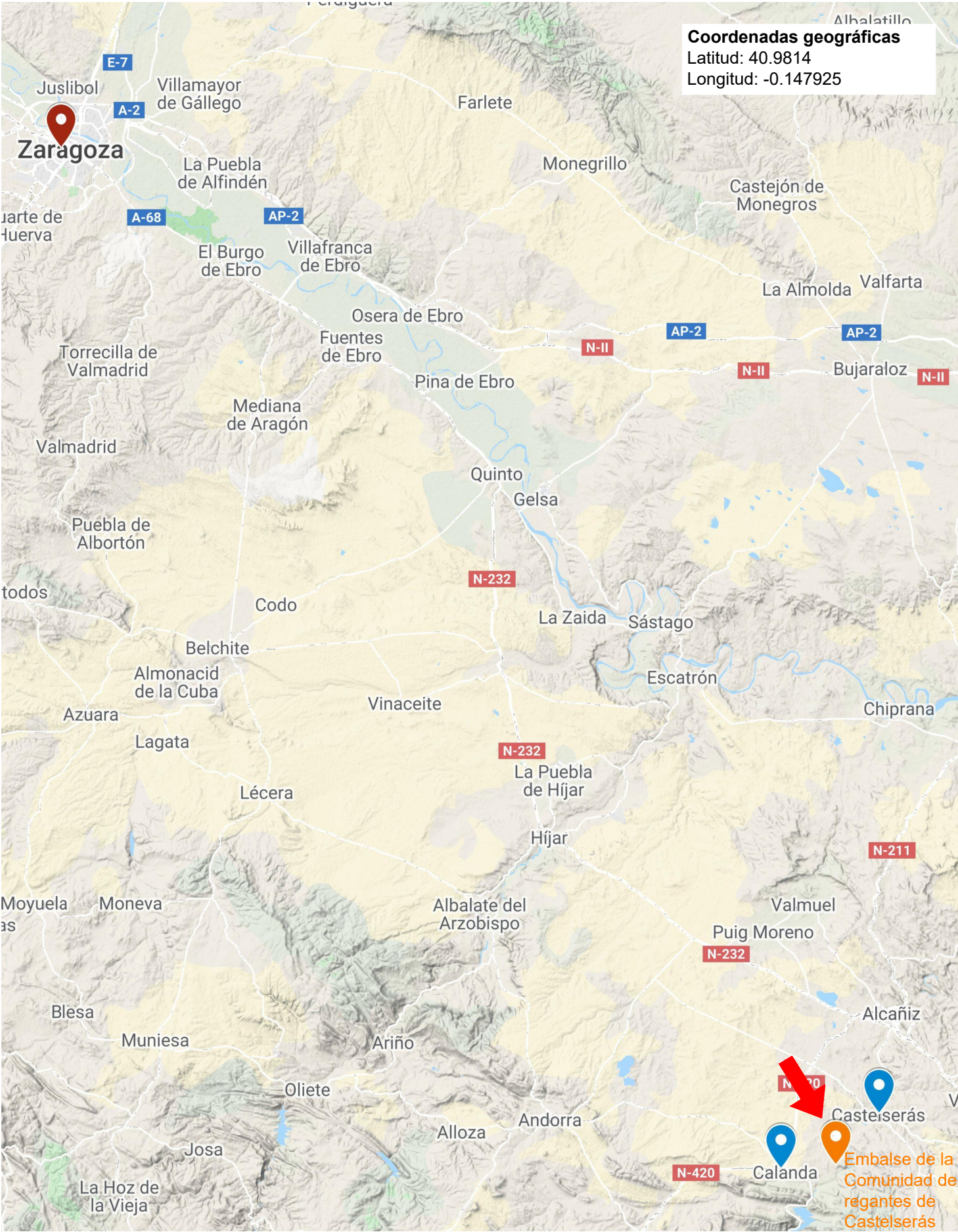
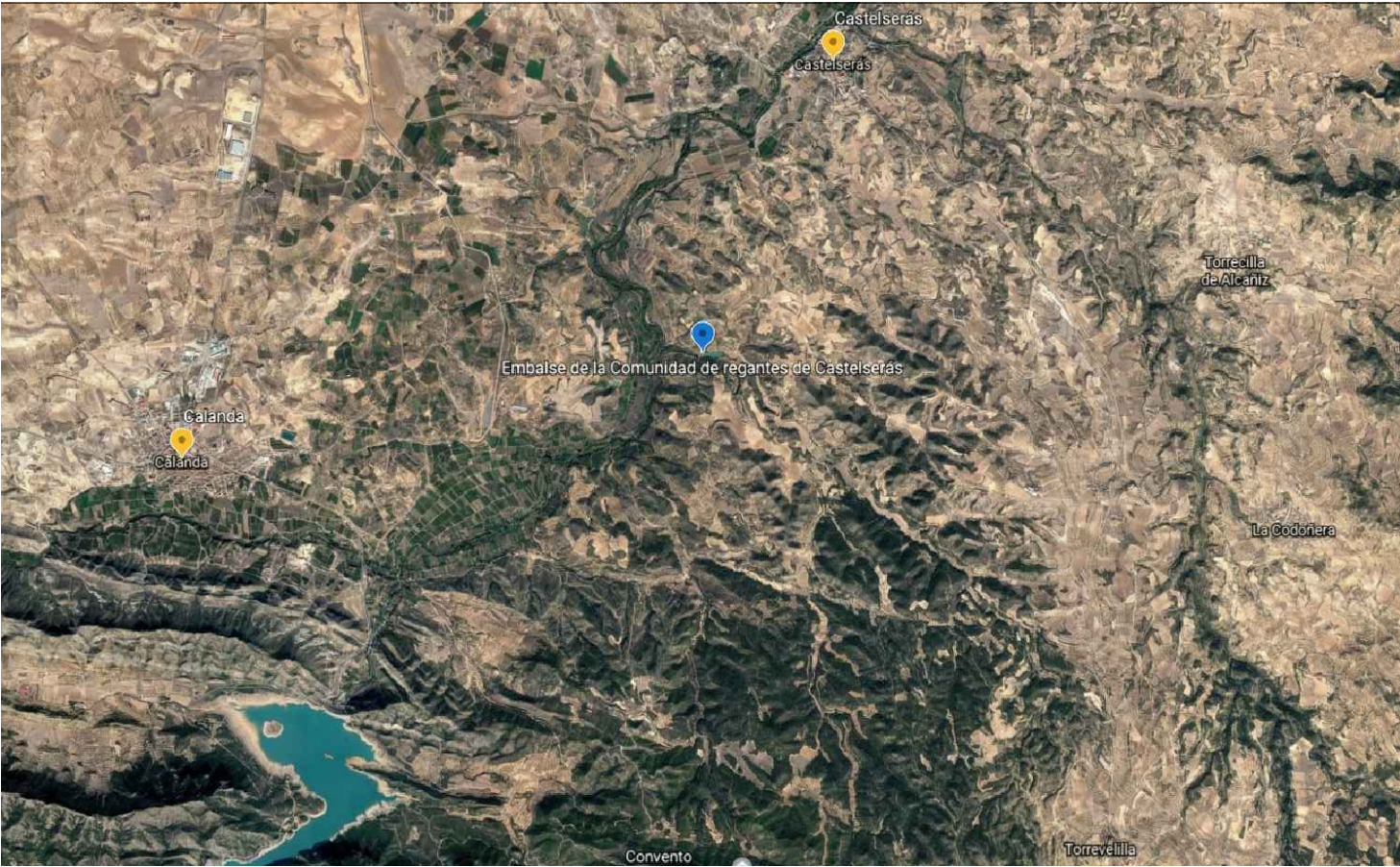
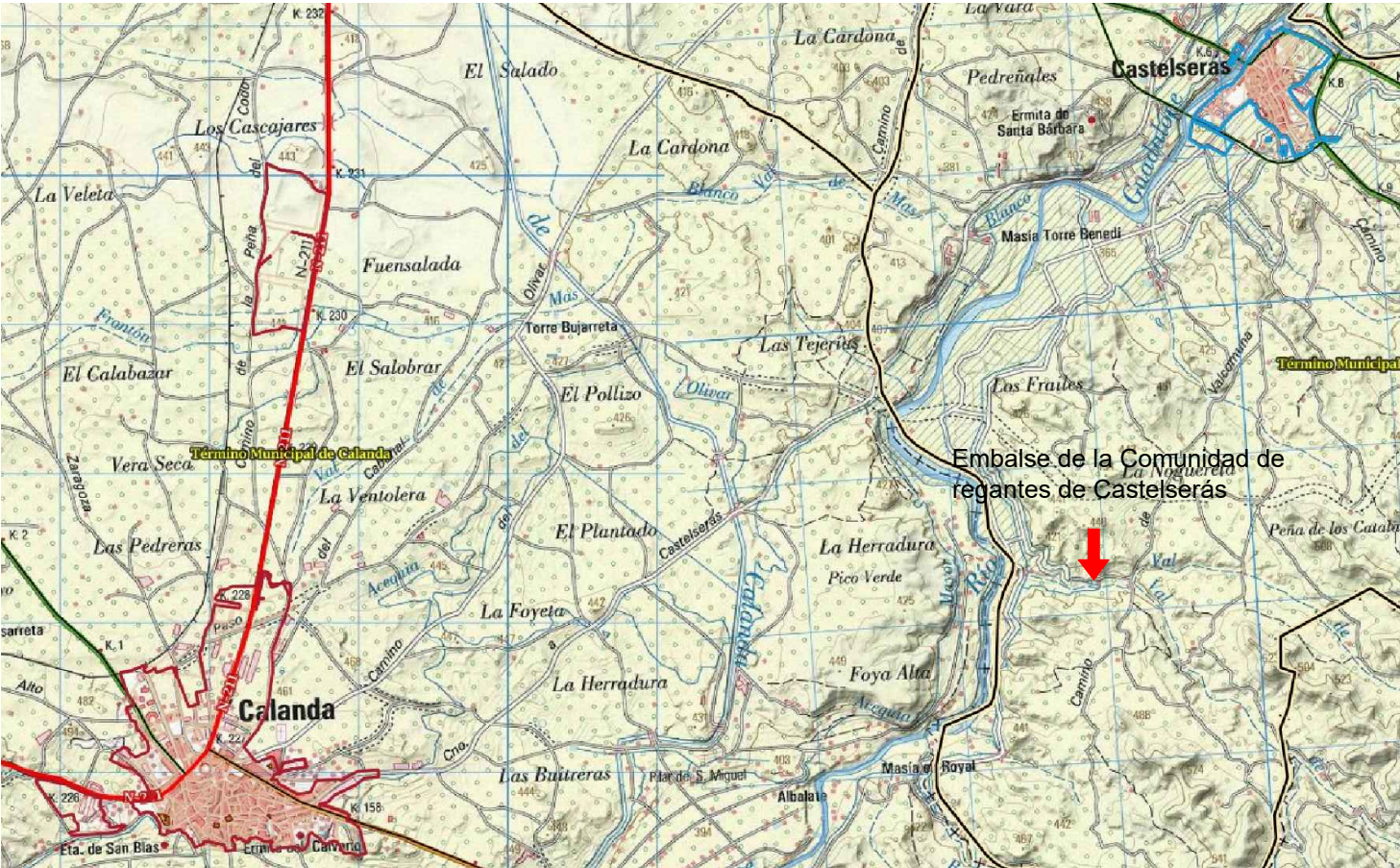
Tabla- 3. Costes de las alternativa consideradas



ALTERNATIVA				COSTE POR HECTÁREA (180 ha)						COSTE TOTAL POR HECTÁREA
				ENERGÉTICO		AMORTIZACIÓN		MANTENIMIENTO		€/ha/año
		kW	Q a la acequia	€/ha/año	%	€/ha/año	%	€/ha/año	%	
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE								
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	40,51	30%	54,08	40%	41,48	30%	136,08
	A.3.2	82	134	62,32	36%	62,85	36%	48,06	28%	173,24
	A.3.3	119	168	90,65	41%	74,33	34%	56,67	26%	221,65
	A.3.4	256	250	194,07	49%	113,36	29%	85,94	22%	393,36
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA								
B.1		88	100	52,1	26%	83,63	41%	66,52	33%	202,26
B.2		121	134	71,51	30%	93,8	39%	74,14	31%	239,45
B.3		155	167	91,62	33%	103,44	37%	81,37	29%	276,43
B.4		252	250	149,37	39%	131,4	34%	102,34	27%	383,1
C		ELEVACIÓN CON GENERACIÓN FOTOVOLTAICA								
Elevación al Embalse	C.1	70	100			130,21	57%	98,58	43%	228,78
Elevación directa a la	C.2	124	167			208,92	57%	160,48	43%	369,41
Elevación directa a la	C.3	202	250			310,33	57%	236,54	43%	546,87

Tabla- 4. Costes totales de las alternativas por año y por hectárea

ALTERNATIVA				INVERSIÓN EN OBRA CIVIL (PEC)	INVERSIÓN EN INSTALACIONES (PEC)	COSTES DE AMORTIZACIÓN		COSTES DE MANTENIMIENTO		COSTE ENERGÉTICO	COSTE TOTAL	COSTE POR HECTÁREA (180 ha)			COSTE TOTAL POR HECTÁREA
		kW	Q a la acequia	Coste total €	Coste total €	OBRA CIVIL (30 años) €/año	INSTALACIONES (15 años) €/año	OBRA CIVIL (3%) €/año	INSTALACIONES (5%) €/año	TOTAL €/año		€/año	ENERGÉTICO €/ha/año	AMORTIZACIÓN €/ha/año	MANTENIMIENTO €/ha/año
A		ELEVACIÓN AL EMBALSE													
A.1 ELEVACIÓN VALLE	A.1.1	53	33	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	1.270,19	181.061,26	7,06	54,08	41,48	102,62
	A.1.2	164	67	33.138,44	218.377,96	1.104,61	14.558,53	994,15	10.918,90	3.903,52	282.996,12	21,69	87,02	66,18	174,89
	A.1.3	379	100	33.138,44	394.394,93	1.104,61	26.293,00	994,15	19.719,75	9.016,65	484.661,54	50,09	152,21	115,08	317,38
	A.1.4	741	133	33.138,44	693.419,16	1.104,61	46.227,94	994,15	34.670,96	17.635,33	827.190,61	97,97	262,96	198,14	559,07
	A.1.5	1.292	167	33.138,44	1.147.842,15	1.104,61	76.522,81	994,15	57.392,11	30.733,02	1.347.727,29	170,74	431,26	324,37	926,37
A.2 ELEVACIÓN VALLE+LLANO	A.2.1	53	67	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	3.219,95	183.011,02	17,89	54,08	41,48	113,45
	A.2.2	99	100	33.138,44	165.719,63	1.104,61	11.047,98	994,15	8.285,98	14.864,60	235.155,39	82,58	67,51	51,56	201,65
	A.2.3	164	133	33.138,44	218.377,96	1.104,61	14.558,53	994,15	10.918,90	9.895,49	288.988,09	54,97	87,02	66,18	208,18
	A.2.4	341	167	33.138,44	363.028,62	1.104,61	24.201,91	994,15	18.151,43	19.536,13	460.155,31	108,53	140,59	106,36	355,49
	A.2.5	379	250	33.138,44	394.394,93	1.104,61	26.293,00	994,15	19.719,75	47.555,12	523.200,01	264,20	152,21	115,08	531,48
A.3. ELEVACIÓN 24 h	A.3.1	53	100	33.138,44	129.451,22	1.104,61	8.630,08	994,15	6.472,56	7.292,32	187.083,39	40,51	54,08	41,48	136,08
	A.3.2	82	134	33.138,44	153.138,99	1.104,61	10.209,27	994,15	7.656,95	11.217,89	217.460,30	62,32	62,85	48,06	173,24
	A.3.3	119	168	33.138,44	184.120,64	1.104,61	12.274,71	994,15	9.206,03	16.316,77	257.155,36	90,65	74,33	56,67	221,65
	A.3.4	256	250	33.138,44	289.491,54	1.104,61	19.299,44	994,15	14.474,58	34.932,02	393.434,79	194,07	113,36	85,94	393,36
B		ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA													
B.1	B.1	88	100	136.556,47	157.530,97	4.551,88	10.502,06	4.096,69	7.876,55	9.378,72	330.493,35	52,10	83,63	66,52	202,26
	B.2	121	134	136.556,47	184.970,80	4.551,88	12.331,39	4.096,69	9.248,54	12.871,63	364.627,40	71,51	93,80	74,14	239,45
	B.3	155	167	136.556,47	211.006,80	4.551,88	14.067,12	4.096,69	10.550,34	16.491,62	397.320,93	91,62	103,44	81,37	276,43
	B.4	252	250	136.556,47	286.490,63	4.551,88	19.099,38	4.096,69	14.324,53	26.886,14	492.005,72	149,37	131,40	102,34	383,10
C		ELEVACIÓN FOTOVOLTÁICA													
Elevación al Embalse	C.1	70	100	33.138,44	334.989,23	1.104,61	22.332,62	994,15	16.749,46		409.308,52		130,21	98,58	228,78
Elevación directa a la acequia	C.2	124	167	136.556,47	495.808,52	4.551,88	33.053,90	4.096,69	24.790,43		698.857,90		208,92	160,48	369,41
Elevación directa a la acequia	C.3	202	250	136.556,47	769.611,11	4.551,88	51.307,41	4.096,69	38.480,56		1.004.604,12		310,33	236,54	546,87

DOCUMENTO II: PLANOS



 	LA AUTORA:	PROYECTO:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
		ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL REGADÍO DE LAS 180 ha DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA DE CALANDA DE CASTELSERÁS (TERUEL)	S/E	1/5
	NATALIA ANAISA BADILLA DAZA	DENOMINACIÓN DEL PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	FORMATO: A3	FECHA: JUNIO 2020



SITUACIÓN: 1/2500




EMPLAZAMIENTO: 1/1000

 	LA AUTORA:	PROYECTO:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
	NATALIA ANAISA BADILLA DAZA	ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL REGADÍO DE LAS 180 ha DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA DE CALANDA DE CASTELSERÁS (TERUEL)	S/E	2/5
		DENOMINACIÓN DEL PLANO:	FORMATO:	FECHA:
		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	A3	JUNIO 2020



ELEVACIÓN AL EMBALSE-
ALTERNATIVA A
ALTERNATIVA A1 (ELEVACIÓN VALLE)
ALTERNATIVA A2 (ELEVACIÓN VALLE+ LLANO)
ALTERNATIVA A3 (ELEVACIÓN 24H)

- LEYENDA:
- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**
- ACEQUIA
 - SIFÓN
 - LÍNEA ELÉCTRICA
 - TUBERÍA DE ENTRADA/SALIDA AL EMBALSE
 - ANTIGUA TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A POBLACIONES DE ACERO PLASTIFICADO DN200 (440m)
- INFRAESTRUCTURA NECESARIA ALTERNATIVA**
- DESARENADOR Y DERIVACIÓN AL EMBALSE

 	LA AUTORA:	PROYECTO: ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL REGADÍO DE LAS 180 ha DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA DE CALANDA DE CASTELSERÁS (TERUEL)	ESCALA: 1/1750	Nº DE PLANO: 3/5
	NATALIA ANAISA BADILLA DAZA	DENOMINACIÓN DEL PLANO: IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA DE ELEVACIÓN AL EMBALSE EXISTENTE	FORMATO: A3	FECHA: JUNIO 2020

ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA—ALTERNATIVA B

ALTERNATIVA B1
POTENCIA: 88 kW
CAUDAL: 100 L/s
ALTERNATIVA B2
POTENCIA: 121 kW
CAUDAL: 134 L/s

ALTERNATIVA B3
POTENCIA: 155 kW
CAUDAL: 167 L/s
ALTERNATIVA B4
POTENCIA: 252 kW
CAUDAL: 250 L/s

LEYENDA:

INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

ACEQUIA

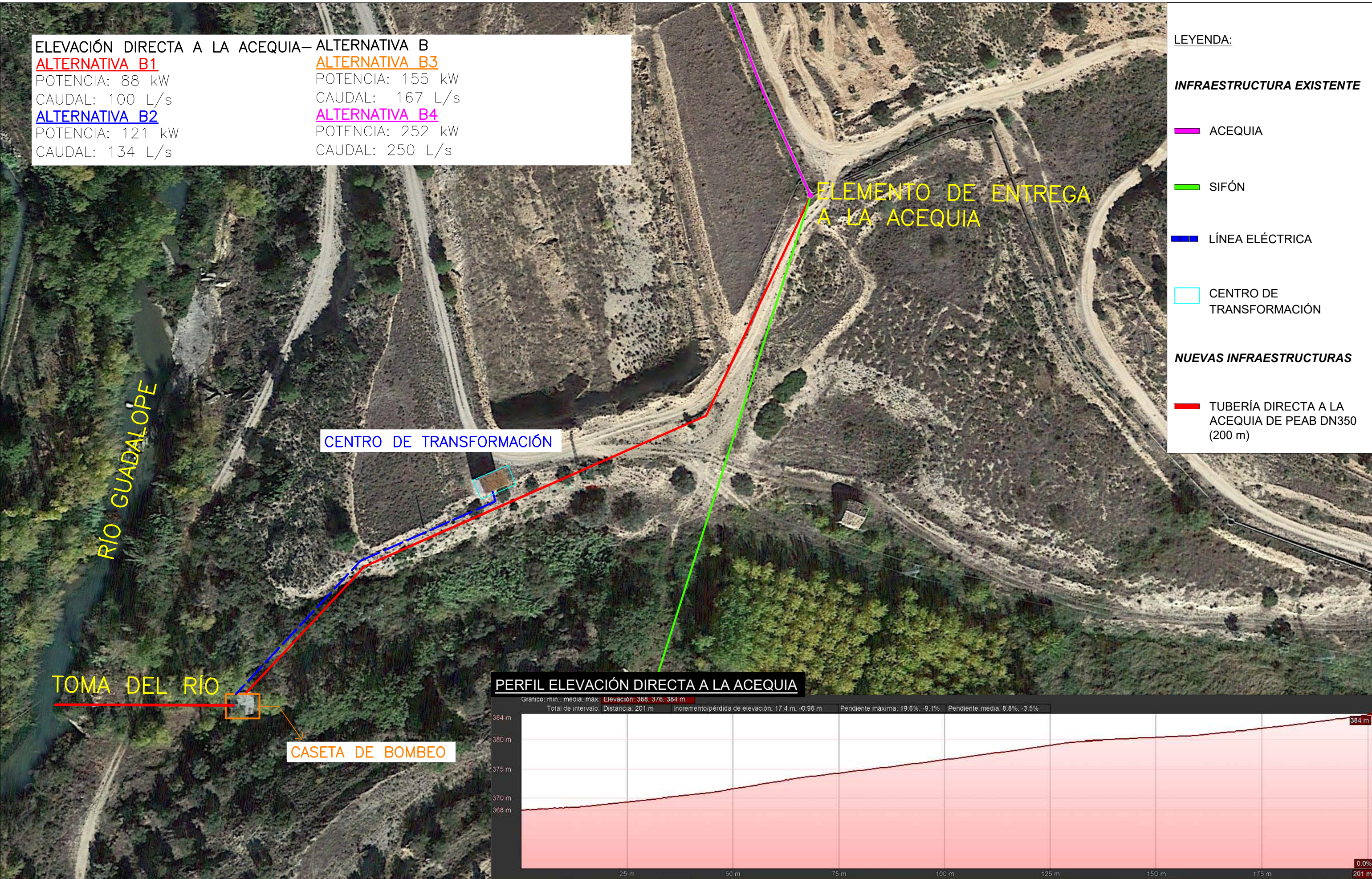
SIFÓN

LÍNEA ELÉCTRICA

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

NUEVAS INFRAESTRUCTURAS

TUBERÍA DIRECTA A LA ACEQUIA DE PEAB DN350 (200 m)



CAMPO FOTOVOLTAICO-
ALTERNATIVA C DE ELEVACIÓN
ELEVACIÓN AL EMBALSE (C1)
SUPERFÍCIE: 1292 m2
POTENCIA: 70 kW
CAUDAL: 100 L/s
ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA (C2)
SUPERFÍCIE: 2272 m2
POTENCIA: 124 kW
CAUDAL: 167 L/s
ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA (C3)
SUPERFÍCIE: 3704 m2
POTENCIA: 202 kW
CAUDAL: 250 L/s

- LEYENDA:
- INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**
- ACEQUIA
 - SIFÓN
 - ANTIGUA TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A POBLACIONES DE ACERO PLASTIFICADO DN200 (440m)
- NUEVAS INFRAESTRUCTURAS**
- TUBERÍA DIRECTA A LA ACEQUIA DE PEAB DN350 (200 m)
 - LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA
 - CENTRO DE CONTROL
 - CAMPO FOTOVOLTAICO

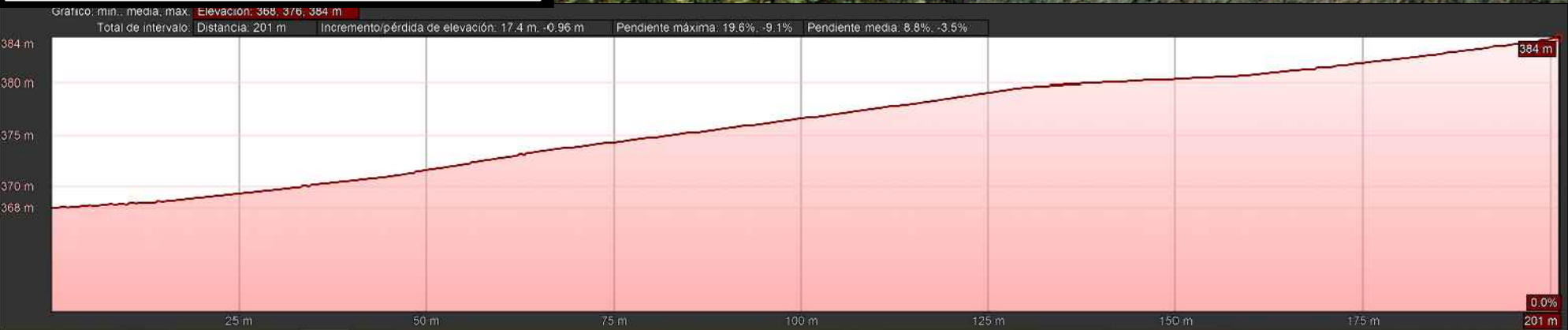
ELEMENTO DE ENTREGA
A LA ACEQUIA

RÍO GUADALOPE

TOMA DEL RÍO

CASETA DE BOMBEO

PERFIL ELEVACIÓN DIRECTA A LA ACEQUIA



LA AUTORA:

NATALIA ANAISA BADILLA DAZA

PROYECTO:

ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEJORA DEL REGADÍO DE LAS 180 ha DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA DE CALANDA DE CASTELSERÁS (TERUEL)

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

IMPLANTACIÓN DE LA PROPUESTA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

ESCALA:

1/750

FORMATO:

A3

Nº DE PLANO:

5/5

FECHA:

JUNIO 2020